

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-023965

(43)Date of publication of application : 29.01.1999

---

(51)Int.Cl. G02B 15/16  
G02B 13/18

---

(21)Application number : 09-191834 (71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 02.07.1997 (72)Inventor : HORIUCHI AKINAGA

---

(54) REAR FOCUS TYPE ZOOM LENS AND IMAGE PICKUP DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a rear focus type zoom lens and an image pickup device using the zoom lens having excellent performance over the entire zoom area and the entire object distance while sufficiently securing a back focus space.

SOLUTION: This zoom lens is provided with four lens groups that is a 1st group L1 having positive refractive power a 2nd group L2 having negative refractive power a 3rd group L3 having the positive refractive power and a 4th group L4 having the positive refractive power in this order from the object side performs variable power from a wide angle end to a telephoto end by moving the 2nd group L2 to an image surface side and corrects the fluctuation of the image surface in accordance with the variable power by moving a part of or all of the 4th group L4. Furthermore focusing is performed by moving a part of or all of the 4th group L4 and the 2nd group L2 is constituted of a 21st lens negative a 22nd lens

negative a 23rd lens negative and a 24th lens positive.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st group of refracting power more positive than the object side to order the 2nd group of negative refracting power the 3rd group of positive refracting power. And have four lens groups of the 4th group of positive refracting power. Move this 2nd group to the image surface side and variable power from a wide angle end to a tele edge is performed. Move a part or all of this 4th group and amend image surface fluctuation accompanying variable power and move a part or all of this 4th group and a focus is performed. A zoom lens of a rear focus type constituting this 2nd group from the 21st negative lens the 22nd negative lens the 23rd negative lens and the 24th positive lens.

[Claim 2] A zoom lens of a rear focus type of Claim 1 satisfying conditions which become  $0.16 < |f_2/f_1| < 0.20$  when a focal distance of said i-th group is set to  $f_i$ .

[Claim 3] A zoom lens of Claim 1 satisfying conditions which become  $3.03 < f_{22}/f_2 < 8.03$  when a focal distance of  $f_i$  and said 22nd lens is set to  $f_{22}$  for a focal distance of said i-th group or a rear focus type of 2.

[Claim 4] A zoom lens of a rear focus type of Claim 1 satisfying conditions which become  $0.87 < |f_{23}/f_{24}| < 1.51$  when a focal distance of said 23rd lens and the 24th lens is respectively set to  $f_{23}$  and  $f_{24}$  or 3.

[Claim 5] A zoom lens of a rear focus type of Claim 1 most characterized by a thing of said 3rd group for which a lens by the side of an object has turned a concave surface to the object side 2 and 3 or 4.

[Claim 6] A zoom lens of a rear focus type of Claims 1-5 wherein said 4th group has a cemented lens of positive refracting power given in any 1 paragraph.

[Claim 7] Said 21st lens comprises meniscus shape which turned a convex to the object side. Meniscus shape or both lens sides by which said 22nd lens turned a convex to the object side comprise a concave surface. A zoom lens of a rear focus

type of Claims 1-6 given in any 1 paragraph for whichas for said 23rd lens a lens side by the side of an object comprises a concave surface and said 24th lens is characterized by both lens sides comprising a convex.

[Claim 8]A zoom lens of a rear focus type of seven given in any 1 paragraph from Claim 1 to which said 3rd group is characterized by that a convex of a lens side by the side of a cemented lens an object and the image surface is single or a thing for which a cemented lens is comprised in which a concave surface of a lens side by the side of an object and the image surface is single.

[Claim 9]A zoom lens of a rear focus type of Claims 1-8 given in any 1 paragraph with whichas for said 4th group both lens sides are characterized by a lens side by the side of a convex positive lens an object and the image surface comprising a convex cemented lens.

[Claim 10]An imaging device characterized by a zoom lens of a rear focus type of nine given in any 1 paragraph and having a color separation optical system in the image surface side from Claim 1.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention about the imaging device which used the zoom lens of a rear focus type and it has a back focus long to such an extent that a color separation prism can be formed in the image surface side especially used for imaging devices such as a video camera and a camera for broadcast And it is related with the zoom lens of a small rear focus type with short whole length of the lens of a high variable power ratio and the imaging device using it by a large caliber ratio.

[0002]

[Description of the Prior Art]These days in connection with small weight

savings such as a home video camera remarkable progress is looked at by the miniaturization of the zoom lens for an image pick-up and power is especially directed towards shortening of whole length of the lens the miniaturization of a front ball diameter and simplification of composition.

[0003] The so-called zoom lens of the rear focus type which moves lens groups other than the 1st group by the side of an object and performs a focus as one means to attain these purposes is known.

[0004] Generally compared with the zoom lens which the zoom lens of a rear focus type moves the 1st group and performs a focus the effective diameter of the 1st group becomes small. The miniaturization of the whole lens system becomes easy and there are the features like close photographing especially since close photographing becomes very easy and it is carrying out by moving a further comparatively small lightweight lens group the driving force of a lens group is small and ends and quick focusing is made.

[0005] As a zoom lens of such a rear focus type for example JPS62-215225A In JPS62-206516A JPS62-24213A JPS63-247316A and JPH4-43311A. It has four lens groups the 1st group of positive refracting power the 2nd group of negative refracting power the 3rd group of positive refracting power and the 4th group of positive refracting power in order from the object side and the 2nd group is moved variable power is performed the 4th group is moved and the image surface fluctuation and the focus accompanying variable power are performed.

[0006] In JPH4-43311A JPH4-153615A JPH5-19165A JPH5-27167A and JPH5-60973A. The zoom lens with short whole length of the lens which constituted the 4th lens group from one positive lens or two positive lenses is proposed. In JPH5-60974A the zoom lens with which the 4th lens group comprised two sheets a positive lens and a negative lens is proposed.

[0007] JPS55-62419A JPS62-24213A JPS62-215225A JPS56-114920A JPH3-200113A JPH4-242707A JPH4-343313A In JPH5-297275A the zoom lens with which each changes the 3rd group and the 4th group from two lenses a positive lens and a negative lens in the working example is indicated. On the other

handhigh definition-ization of the video camera is made [ that it is various and ] with highly-efficient-izing (digitization) of the latest videocassette recorder. There is color separation of the picture by a color separation optical system as one of them. Such a zoom lens for video cameras is proposedfor example by JPH5-72474AJPH6-51199AJPH7-199069AJPH7-270684Aetc.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]The featureslike if a rear focus method is generally adopted in a zoom lensthe whole lens system will be miniaturizeda focus quick again will become possibleand also close photographing becomes easy are acquired.

[0009]Howeversecuring the long back focus of the grade which can arrange a color separation prism on the other handthe aberration variation in the case of a focus is lessenedand if it is going to obtain high optical performance covering the object distance at large [ from an infinite distance object to a short distance object ]the lens constitution will become very difficult.

[0010]With the zoom lens which secured the high variable power ratio especially by the large caliber ratioit becomes very difficult to migrate to all the variable power rangessecuring a long back focusand to obtain high optical performance covering the object distance at large.

[0011]The zoom lens currently indicated by JPH4-26811A or JPH4-88309A has a short back focusand it is difficult for it to arrange a color separation prism.

[0012]With the zoom lens currently indicated by JPH4-43311AJPH4-153615AJPH5-19165AJPH5-27167Aand JPH5-60973Aa zoom ratio is about 8 times from 6 timesIf it is going to obtain the zoom lens of the high variable power ratio beyond thischange of the chromatic aberration by variable power will become large too muchand it will become difficult to amend this good.

[0013]In the zoom lens currently indicated by JPS55-62419AJPS56-114920Aand JPH3-200113Ain order that the 1st group or the 3rd group might move in connection with variable powerlens barrel structure became complicatedand there was a problem that it was difficult to attain a miniaturization.

[0014]With the zoom lens currently indicated by JPH4-242707A and JPH4-343313AJPH5-297275Aetc.the 3rd group serves as lens constitution with big air spacingSince the refracting power of the negative lens in the 3rd group was still weakerwhen it was going to apply to the zoom lens of high-variable-power-izingmany chromatic aberrations occurred by the 3rd groupand there was a problem that it was difficult to fully amend this.

[0015]Since the negative lens of the shape of meniscus in the 3rd group serves as lens constitution which turned the concave surface strong against the image surface side in the zoom lens proposed by JPH5-297275Ait is effective in the formation of a tele photographbut. Problem \*\*\*\*\* that it is difficult for this negative lens to amend the high order flare components generated with the positive lensand large-caliber-izing and high-variable-power-izing are difficult.

[0016]The variable power ratio was about 10 to 12 timesand the zoom lens proposed by JPH5-72474AJPH6-51199AJPH7-199069AJPH7-270684Aetc. did not necessarily have an enough variable power ratio to use for a video camera.

[0017]Adopting a rear focus.methodit has a long back focus which is a grade which can arrange a color separation prisma light filteretc. to the image surface sideand this invention is a large caliber ratiothe object distance from an infinite distance object to [ has 16 times as many variable power ratios and a high variable power ratioand migrates to all the variable power ranges from a wide angle end to a tele edgeand ] a super-near object -- crossing generally -- fitness - - it aims at offer of the zoom lens of a rear focus type with optical performanceand the imaging device using it.

[0018]

[Means for Solving the Problem]A zoom lens of a rear focus type of this invention(1-1) The 1st group of refracting power more positive than the object side to orderthe 2nd group of negative refracting powerIt has four lens groups of the 3rd group of positive refracting powerand the 4th group of positive refracting powerMove this 2nd group to the image surface sideperform variable power from a wide angle end to a tele edgemove a part or all of this 4th groupand amend

image surface fluctuation accompanying variable power and move a part or all of this 4th group and a focus is performed. It is characterized by constituting this 2nd group from the 21st negative lens, the 22nd negative lens, the 23rd negative lens, and the 24th positive lens.

[0019] It is characterized by imaging device (2-1) of this invention, a zoom lens of a rear focus type of composition (1-1) and having a color separation optical system in the image surface side.

[0020]

[Embodiment of the Invention] The important section sectional view of Embodiment 1 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention in drawing 1, drawing 2, drawing 3 and drawing 4 are a wide angle end of Embodiment 1, middle and an aberration figure in the zoom position of a tele edge.

[0021] The important section sectional view of Embodiment 2 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention in drawing 5, drawing 6, drawing 7 and drawing 8 are a wide angle end of Embodiment 2, middle and an aberration figure in the zoom position of a tele edge.

[0022] The important section sectional view of Embodiment 3 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention in drawing 9, drawing 10, drawing 11 and drawing 12 are a wide angle end of Embodiment 3, middle and an aberration figure in the zoom position of a tele edge.

[0023] The important section sectional view of Embodiment 4 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention in drawing 13, drawing 14, drawing 15 and drawing 16 are a wide angle end of Embodiment 4, middle and an aberration figure in the zoom position of a tele edge.

[0024] The important section sectional view of Embodiment 5 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention in drawing 17, drawing 18, drawing 19 and drawing 20 are a wide angle end of Embodiment 5, middle and an aberration figure in the zoom position of a tele edge.

[0025] As for the inside L1 of a figure, the 1st group of positive refracting power, the

2nd group of refracting power negative in L2 the 3rd group of refracting power positive in L3 and L4 are the 4th group of positive refracting power. SP is an aperture diaphragm and is stationed ahead of the 3rd group L3. The cover glass and GB(s) which are provided if needed [ GA / aiming at protection of a zoom lens ] are glass blocks such as a color separation prism, a faceplate and a filter. IP is the image surface and image sensor such as CCD are arranged.

[0026] Each element from the 1st group L1 to the cover glass GA constitutes an element of the zoom lens (zoom lens part) ZL. The glass block GB and the image sensor are stored in the camera body CB. The camera body CB is equipped with the zoom lens part ZL removable via mount member C.

[0027] In this embodiment on the occasion of the variable power from a wide angle end to a tele edge the 2nd group is moved to the image surface side like an arrow and it was made to move or having a locus convex all (all [ in this embodiment ]) in the object side and has amended. [ image surface fluctuation / accompanying variable power ] [ the 4th group ]

[0028] The rear focus type which the 4th group makes it in part or all (all [ in this embodiment ]) move on an optic axis and performs a focus is adopted. The curve 4a of the solid line of the 4th group and the curve 4b of a dotted line which are shown in the figure show the moving track for amending the image surface fluctuation at the time of following on the variable power from a wide angle end when carrying out the focus to the infinite distance object and the short distance object respectively to a tele edge. The 1st group and the 3rd group are immobilization in the case of variable power and a focus.

[0029] In this example move the 4th group and the image surface fluctuation accompanying variable power is amended and the 4th group is moved and it is made to perform a focus. It is made to move so that it may have a convex locus to the object side on the occasion of the variable power from a wide angle end to a tele edge as shown especially in the curves 4a and 4b of the figure. This aimed at effective use of the space of the 3rd group and the 4th group and shortening of whole length of the lens is attained effectively.



[0030]In this examplewhen performing a focus from an infinite distance object to a short distance object in a tele edgeit is carrying out by letting out the 4th group to the frontas shown in the straight line 4c of the figure.

[0031]The video camera (imaging device) of this invention comprises at least an above-mentioned zoom lensthe element for color separation and the image sensor corresponding to each color divided by this color separation elementan imaging signal processing circuitetc.

[0032]In this embodimentby constituting the 2nd group of the negative refracting power for variable power from four lenses of predetermined refracting power like the above-mentionedthe aberration variation accompanying variable power is amended goodand the high variable power ratio is made easy.

[0033]The zoom lens of this embodiment is constituted from four lens groups as a whole as mentioned aboveit migrated to all the variable power rangessecuring a predetermined back focus by setting up appropriately the moving condition of each lens group in the case of variable power and a focusand the lens constitution of the 2nd groupand high optical performance has been obtained covering the whole object distance.

[0034]Especially the 2nd group consists of the 21st negative lensthe 22nd negative lensthe 23rd negative lensand the 24th positive lens in order from the object side. That isin order to attain high magnification-izationpower of the 2nd group with a variable power operation is strengthenedand he is trying for magnification to change with small movement magnitude. If negative power of the 2nd group is recklessly strengthened at this timethe PETTSU bar sum will become large to a negative directionand the image surface will fall. It becomes difficult to change a coma aberration and astigmatism sharply and they to amend those change aberration by movement of the 2nd group for zooming.

Thereforethree negative lenses are usedan assignment of each lens is lessenedand reduction of the PETTSU bar sum is aimed at.

[0035]By concentrating and arranging a negative lens to the object sideit becomes possible to bring the position of the forward side principal point of the

2nd group close to the object side and it shortens the principal point interval of the 1st group and the 2nd group. And it becomes possible to approach a diaphragm and the axial outdoor daylight bunch which has determined the path of the 1st group (front ball) makes low the height which passes the 1st group and thereby the 1st group miniaturizes the path of the 1st group.

[0036] In order to fully amend the chromatic aberration of a tele edge three negative lenses and one positive lens are used.

[0037] Next the feature of the other lens constitution of the zoom lens of the rear focus type of this invention is explained.

[0038] (A1) As for the aberration generated in connection with variable power since this invention aims at high variable power like the above-mentioned it is desirable to cancel in the 1st group and the 2nd group. However the methods of generating of the aberration accompanying variable power differ by it of the 1st group and the 2nd group and it is easy to become the tendency for amendment to be superfluous in a wide angle end.

[0039] Then when the focal distance of said i-th group is set to  $f_i$  in this invention it is  $0.16 < |f_2/f_1| < 0.20 \dots (1)$

It is made to be satisfied.

[0040] If the upper limit of a conditional expression (1) is exceeded it becomes large to a negative direction the image surface becomes the tendency to fall on the plus side greatly and the PETTSU bar sum is not preferred. On the contrary if a lower limit is exceeded because of high variable power it is necessary to take the large movement magnitude of the 2nd group enlargement of a front ball diameter and huge-ization of whole length of the lens are imitated and it is not good at that of \*\*.

[0041] (A2) As for the aberration changed in connection with variable power it is desirable to fully press down in the 2nd group.

[0042] Then when the focal distance of  $f_i$  and said 22nd lens is set to  $f_{22}$  for the focal distance of said i-th group in this invention it is  $3.03 < f_{22}/f_2 < 8.03 \dots (2)$

He is trying to satisfy the becoming conditions.

[0043]It is for a conditional expression (2) amending change of the spherical aberration by zooming and a coma aberration with sufficient balance.

[0044]If the upper limit of a conditional expression (2) is exceeded a spherical aberration becomes an undershirt by a tele terminal (tele edge) amending becomes insufficient and it is not desirable. On the contrary if a lower limit is exceeded many introvert coma aberrations occur in a wide end (wide angle end) aggravation of performance is imitated and it is not good at that of \*\*.

[0045](A3) In order to amend the aberration variation accompanying variable power good again when the focal distance of said 23rd lens and the 24th lens is respectively set to  $f_{23}$  and  $f_{24}$  it is  $0.87 < |f_{23}/f_{24}| < 1.51$ .... (3)

He is trying to satisfy the becoming conditions.

[0046]the coma aberration and axis which mainly generate this conditional expression (3) by the 2nd group -- a top tone -- it is a thing for amending aberration good. By constituting the 23rd negative lens in this 2nd group and the 24th positive lens from a single lens the air lens made between them is used for aberration compensation and this is performing aberration compensation good.

[0047]If the upper limit of a conditional expression (3) is exceeded amending becomes insufficient an introvert coma aberration occurs and the spherical aberration of a tele terminal is not preferred. On the contrary since it will become superfluous amending an axis top chromatic aberration if a lower limit is exceeded it is not good.

[0048](A4) -- in order to lengthen the back focus which is one of the purposes of this invention -- this 3rd group -- he is trying for the lens by the side of an object to become a concave surface most at the object side namely the light flux emitted by the 2nd group -- abbreviated -- the axial ray height which enters more the principal point interval of the 2nd group and this 3rd group into the 3rd group of a difference is made higher by arranging so that the 3rd group for supposing that it is afocal may be considered as a retro type and the principal point position of the 3rd group may be kept away from the 2nd group. By this the focal distance of the 4th group for making the focal distance of the whole system into the specified

quantity can be lengthened and the back focus as working distance is lengthened.  
[0049] namely the light flux which comes out of the 3rd group -- abbreviated -- since it is a focal if the length of a back focus is calculated by a principal point system -- about -- it becomes the same as the focal distance of the 4th group. Therefore in order to fix the focal distance of the whole system and to lengthen the focal distance of the 4th group it turns out that what is necessary is just to make high height  $h$  of axial Uemitsu in the 3rd group as shown by drawing 21. The concave surface with the lens side strongest against the object side by the side of an object of the 3rd group is turned and it has composition it enables the 3rd group to receive the light flux diverging from the 2nd group without generating a high order spherical aberration.

[0050] (A5) In numerical working example 1 and 3 a concave negative lens and both lens sides comprise two lenses of a convex positive lens and as for the 3rd group both lens sides constitute the retro type positive lens group as a whole. Furthermore it contributes to said negative lens bearing the role which is a concave surface with a strong field by the side of an object and keeps away the principal point position of the 3rd group from the 2nd group and lengthening the focal distance of the 4th group therefore lengthening a back focus.

[0051] In numerical working example 2 and 4 the cemented lens and both the lens sides negative [ concave ] in the lens side by the side of an object and the image surface as a whole which joined the negative lens and the positive lens comprise a convex positive lens and the 3rd group constitutes the retro type positive lens group as a whole. It contributes to the lens side by the side of an object being a strong concave surface and said cemented lens bearing the role which keeps away the principal point position of the 3rd group from the 2nd group furthermore and lengthening the focal distance of the 4th group therefore lengthening a back focus.

[0052] The cemented lens negative [ concave ] in the lens side of the object side and image surface drawing as a whole to which the 3rd group joined the negative lens and the positive lens in numerical working example 5 The lens side by the

side of an object and the image surface comprises the convex positive cemented lens which joined the positive lens and the negative lens and constitutes the retro type positive lens group as a whole. It contributes to the lens side by the side of an object being a strong concave surface and said negative cemented lens bearing the role which keeps away the principal point position of the 3rd group from the 2nd group furthermore and lengthening the focal distance of the 4th group therefore lengthening a back focus.

[0053](A6) The lens side by the side of a convex positive lens and the image surface consisted of convex cemented lenses and as for said 4th group both lens sides have amended the aberration variation in the case of a focus good. In order to amend especially a chromatic aberration good at least one cemented lens is provided in the 4th group. As stated also in advance they are enabled for the chromatic aberration which seldom became a problem conventionally especially the chromatic aberration of magnification to pose a problem and to amend this good with high-definition-izing of a video camera.

[0054](A7) the time of setting [ the curvature radius of the lens side by the side of an object ] the focal distance of the negative lens (it is a cemented lens at the time of a cemented lens) by the side of the object of  $f_3$  and this 3rd group to  $f_{31}$  for the focal distance of  $R_{31}$  and the 3rd group most of the 3rd group  $-0.5 < R_{31}/f_3 < -0.2$  .... (4)

$0.7 < R_{31}/f_{31} < 1.3$  .... (5)

It is made to be satisfied.

[0055] The conditional expression (4) and (5) is a thing for distributing the refracting power of the 3rd group suitably and attaining highly efficient-ization setting up appropriately the curvature of the lens side by the side of the object of the 3rd group and maintaining a back focus for a long time. [ both ]

[0056] It becomes difficult to fully maintain the back focus which is the purpose of this invention when the upper limit of a conditional expression (4) and (5) is exceeded. It becomes difficult to amend the high order spherical aberration generated when the bundle of rays emitted from the 2nd group in a wide angle

end will enter into the 3rd group if a lower limit is exceeded and highly efficient-ization becomes difficult.

[0057](A8) Wherever it may arrange it in an optical system it is not a thing which checks the purpose of this invention and since the periphery of this lens group can take a large aperture diaphragm when arranging in the middle of the negative lens and positive lens of the 3rd group diaphragm space can take a system most comfortably constitutionally and it is preferred. In order to promote the miniaturization of a lens and to make the 1st group small an entrance pupil position must be extruded ahead of a lens. Therefore in the case of this purpose the thing of an aperture diaphragm of the 3rd group most arranged to the object side is desirable.

[0058] the case where the space of the 3rd group and the 4th group can take widely -- an aperture diaphragm -- the 3rd group -- since a still longer exit pupil can be taken if it arranges to the image surface side most it is desirable.

[0059] According to this embodiment the front ball diameter of the 3rd group which it arranges to the object side most and is the 1st group is miniaturized.

[0060](A9) -- the beam of light which lengthens an exit pupil and is ejected from the 3rd group by constituting the 3rd group from this embodiment by the negative lens group and a positive lens group -- a call -- as it becomes centric the angle of the beam of light which enters into the color separation prism arranged in the back is made loose. By this the reflection property change by the wavelength of a color separation system is canceled and color reproduction nature of the deed picture is dramatically improved color separation faithful.

[0061](A10) Since it is a high variable power ratio the focal distance of a tele terminal becomes very long the performance of a tele terminal and its neighborhood is large in this 2nd group and the zoom lens of this invention is influenced. Then optical performance is improved by arranging an aspheric surface in the 4th group.

[0062] Since it aims fundamental at amendment of a spherical aberration it is desirable for positive refracting power to serve as shape which becomes weak as

an aspheric surface goes to the periphery of a lens.

[0063](A11) When the focal distance of D34T and a wide angle end is set to  $fW$  for the interval of the 3rd group when the focus of the focal distance of the 4th group is carried out to an infinite distance object by  $f4$  and a tele edge and the 4th group it is  $4.7 < f4 / fW < 5.8$ .... (6)

$0.2 < D34 T / f4 < 0.94$  .... (7)

It is made to be satisfied.

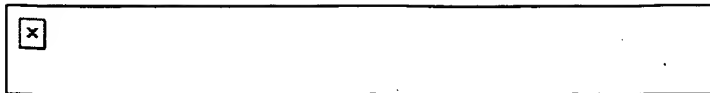
[0064]The conditional expression (6) and (7) is a thing for attaining high-variable-power [highly-efficient-izing and ]-izing and large caliber-ization securing a predetermined back focus.

[0065]A back focus becomes long more than needed if a conditional expression (6) optimizes the length of a back focus and upper limit is exceeded it will imitate huge-ization of an overall length and will come and if a lower limit is exceeded it will become difficult to secure the back focus long enough which is the purpose of this invention.

[0066]A conditional expression (7) is what optimizes the relation of the focal distance of the movable space of the 4th group for a focus and a tele edge if the large interval D34T is taken so that upper limit is exceeded huge-ization of whole length of the lens will be imitated and it will come and undesirably if a lower limit is exceeded it will become impossible to secure sufficient space for a focus and trouble will appear in the operativity of a zoom lens.

[0067]Next numerical working example of this invention is shown. in numerical working example --  $R_i$  -- the object side -- order -- it is a curvature radius of the  $i$ -th lens side and as for  $D_i$  the  $i$ -th lens thickness and air spacing  $n_i$  and  $n_{ui}$  are the refractive index and Abbe number of glass of the  $i$ -th lens in order from the each object side in the object side. When aspherical surface shape is made into the curvature radius  $R$  of the central part of a lens side the X-axis is set as an optical axis direction (direction of movement of light) and a Y-axis BCD and E are respectively made into an aspheric surface coefficient for an optic axis and a perpendicular direction [0068]

[Equation 1]



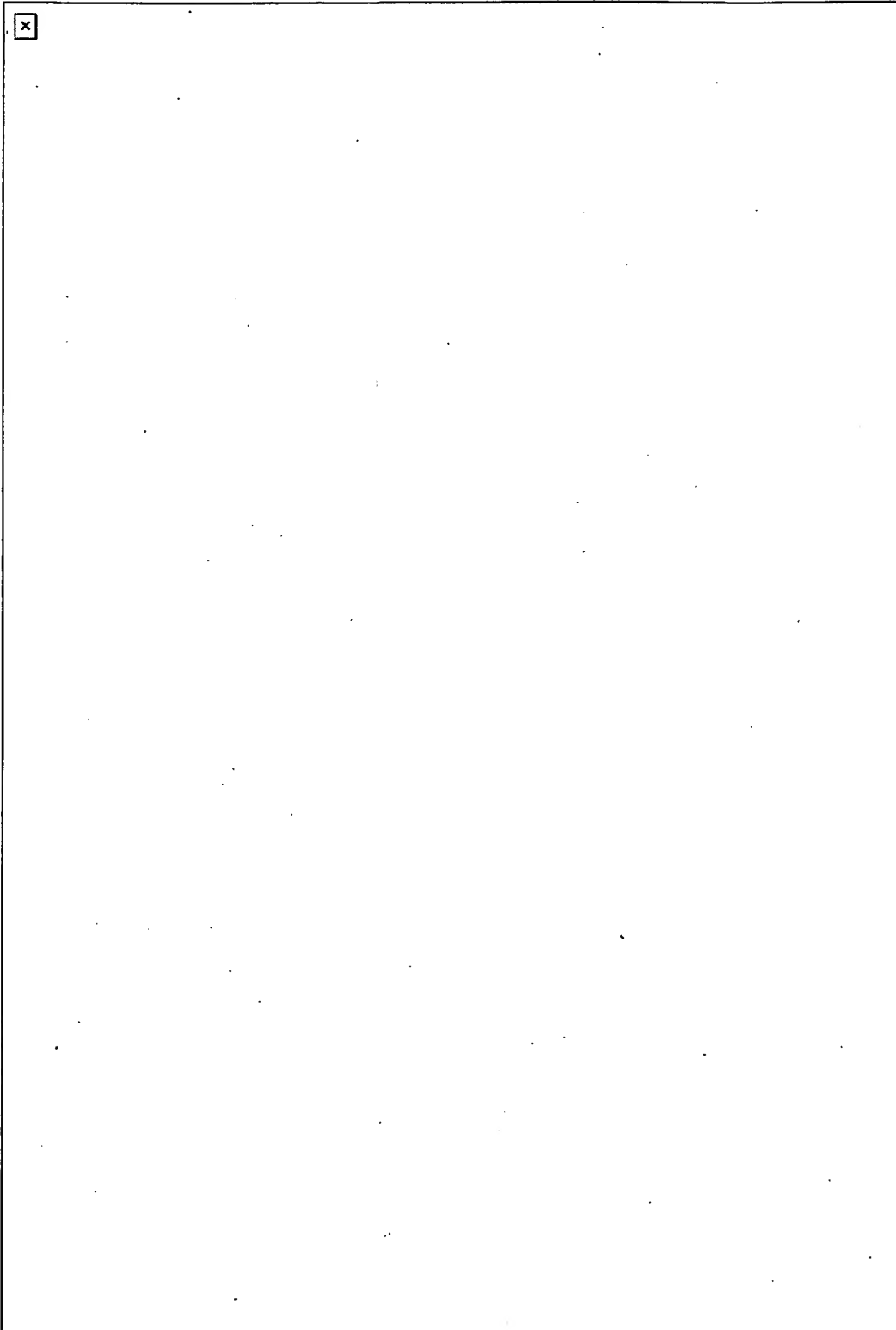
It expresses with the becoming formula. "e-0X" means "x10<sup>-X</sup>."

[0069]R24-R25 in numerical working example 1 and 3R25-R26 in numerical working example 2 and 4R26 in numerical working example 5 - R27 grade A cover glass partR28 - R31 grade in R26-R29 in numerical working example 1 and 3R27-R30 in numerical working example 2 and 4and numerical working example 5 show glass blockssuch as a color separation prisma light filterand a faceplate.

[0070]

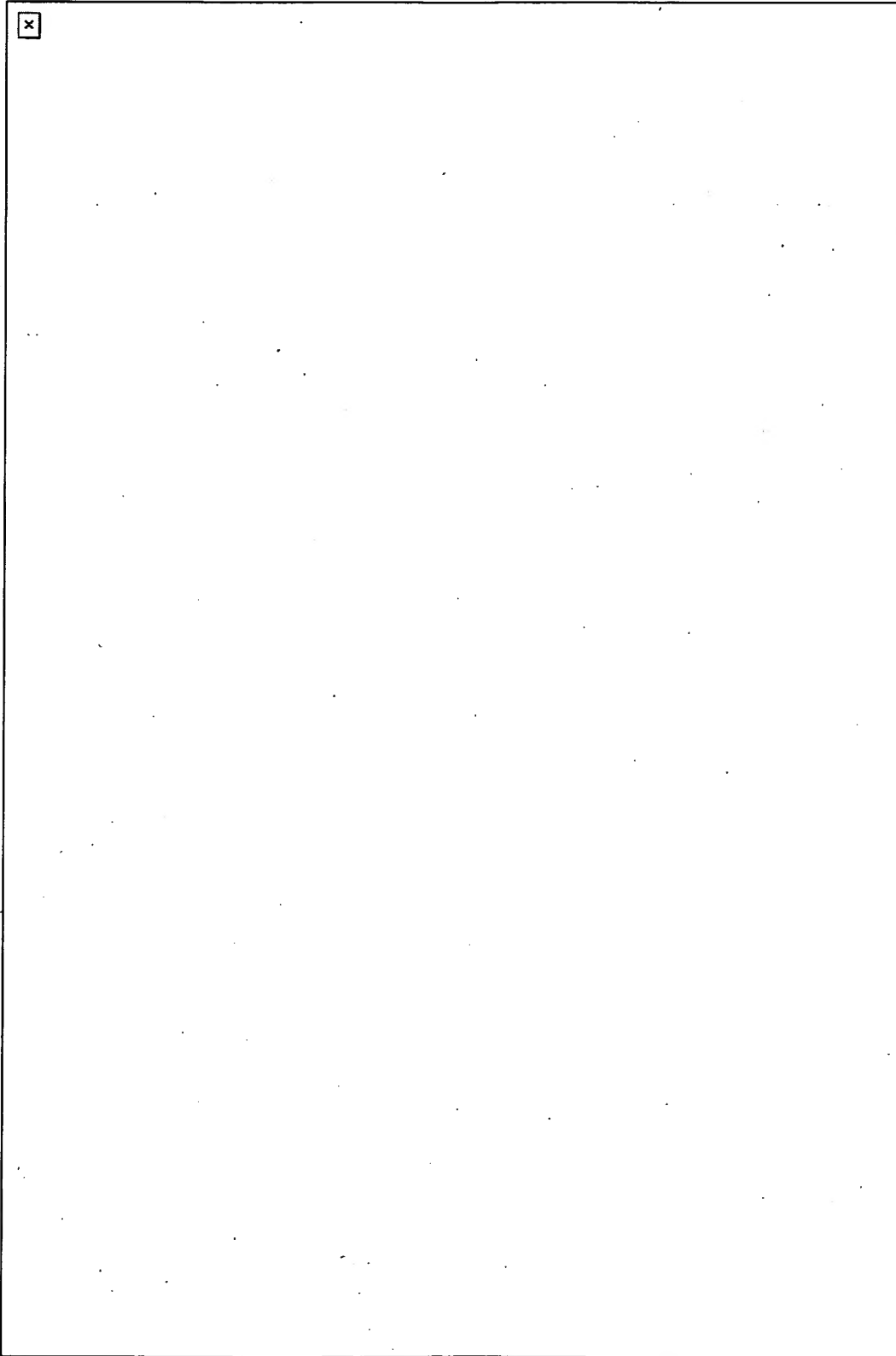
[External Character 1]





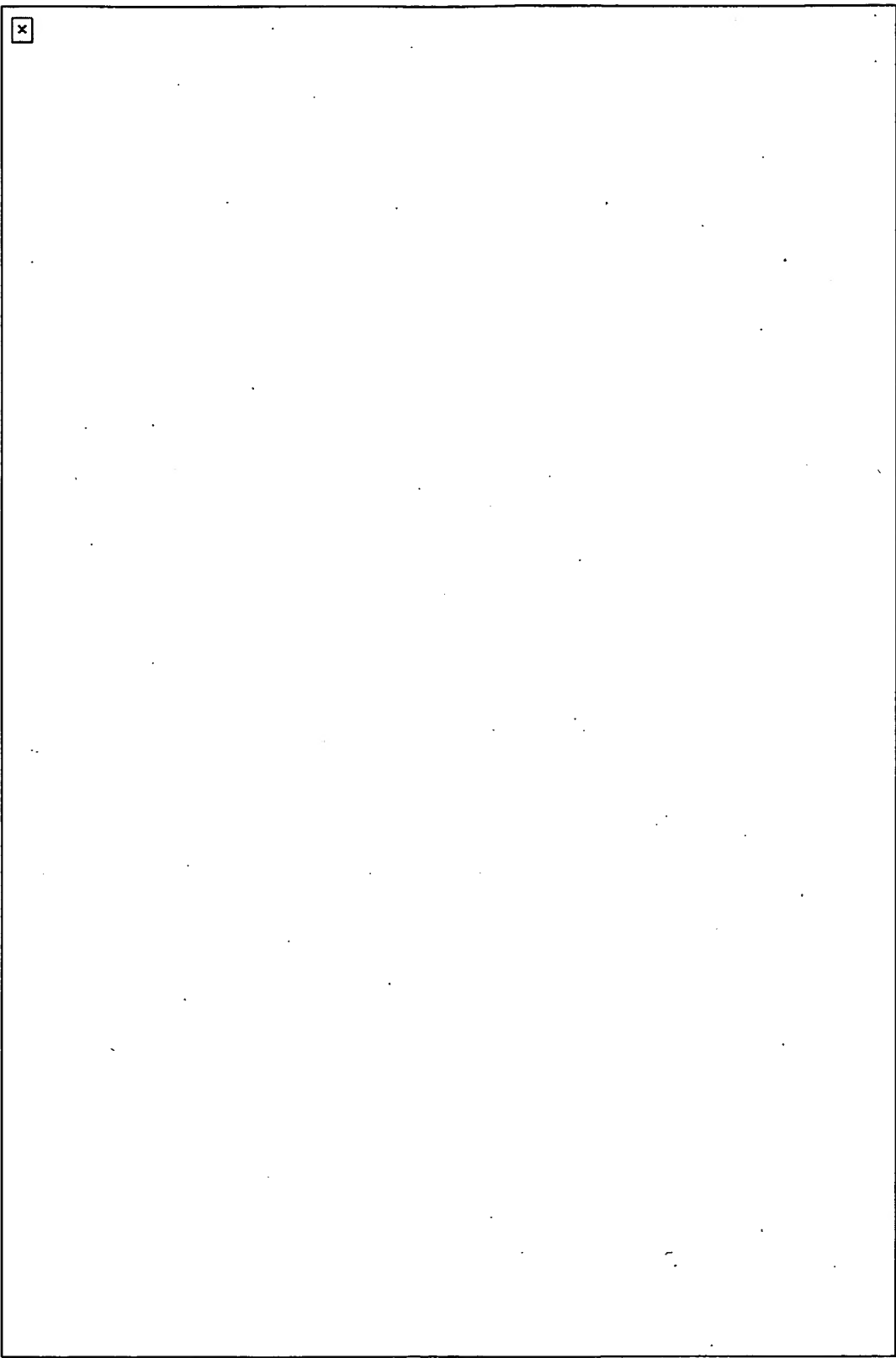
[0071]

[External Character 2]



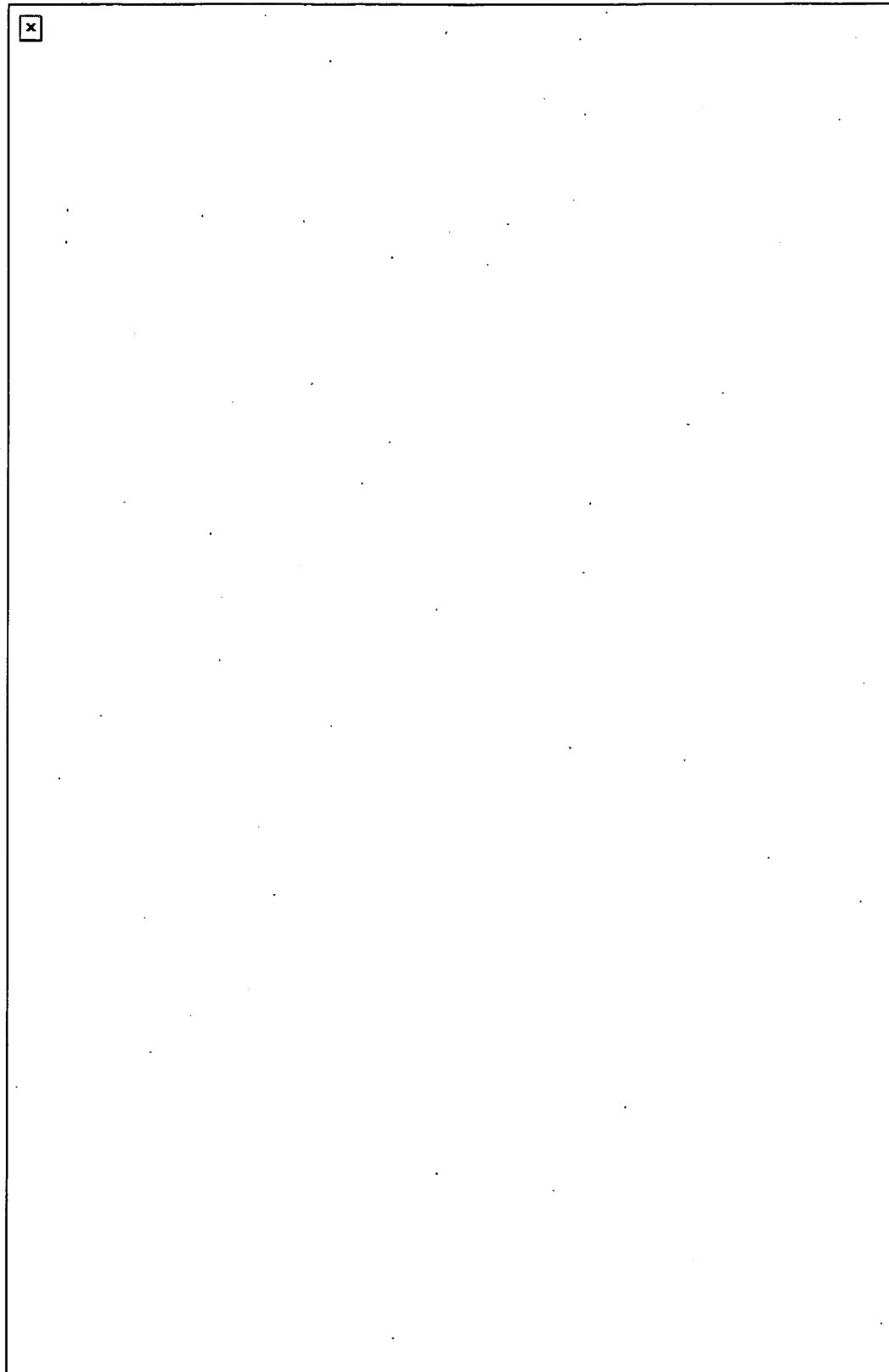
[0072]

[External Character 3]



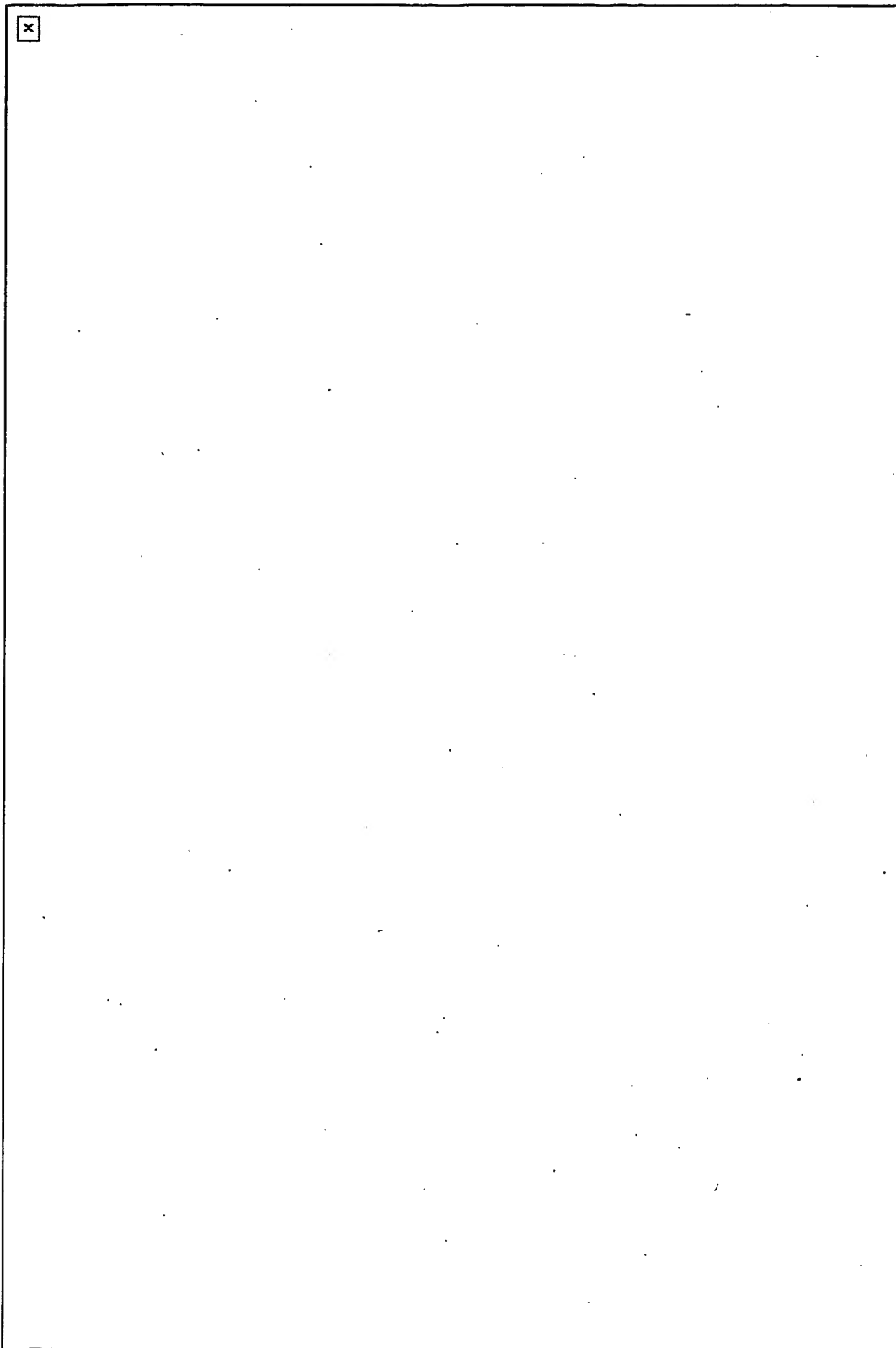
[0073]

[External Character 4]




[0074]

[External Character 5]



[0075]

[Table 1]


---

[0076]

[Effect of the Invention] Adopting a rear focus method by setting up each element as mentioned above according to this invention to the image surface side have a long back focus which is a grade which can arrange a color separation prism, a light filter etc. and by and a large caliber ratio. The object distance at large [ from an infinite distance object to / has 16 times as many variable power ratios and a high variable power ratio and migrates to all the variable power ranges from a wide angle end to a tele edge and / a super-near object ] can be covered and the zoom lens of a rear focus type with good optical performance and the imaging device using it can be attained.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The important section sectional view of Embodiment 1 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 2] The aberration figure of the wide angle end of Embodiment 1 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 3] The middle aberration figure of Embodiment 1 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 4] The aberration figure of the tele edge of Embodiment 1 of an imaging

device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 5] The important section sectional view of Embodiment 2 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 6] The aberration figure of the wide angle end of Embodiment 2 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 7] The middle aberration figure of Embodiment 2 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 8] The aberration figure of the tele edge of Embodiment 2 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 9] The important section sectional view of Embodiment 3 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 10] The aberration figure of the wide angle end of Embodiment 3 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 11] The middle aberration figure of Embodiment 3 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 12] The aberration figure of the tele edge of Embodiment 3 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 13] The important section sectional view of Embodiment 4 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 14] The aberration figure of the wide angle end of Embodiment 4 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 15] The middle aberration figure of Embodiment 4 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 16] The aberration figure of the tele edge of Embodiment 4 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 17] The important section sectional view of Embodiment 5 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 18] The aberration figure of the wide angle end of Embodiment 5 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 19] The middle aberration figure of Embodiment 5 of an imaging device



with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 20]The aberration figure of the tele edge of Embodiment 5 of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Drawing 21]The optical-path explanatory view of an imaging device with the zoom lens of the rear focus type of this invention

[Description of Notations]

L1 The 1st group

L2 The 2nd group

L3 The 3rd group

L4 The 4th group

SP Diaphragm

IP Image surface

d d line

g g line

S Sagittal image surface

M Meridional image surface

GA and GB Glass block

---

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-23965

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 15/16  
13/18

識別記号

F I

G 0 2 B 15/16  
13/18

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平9-191834

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月2日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 堀内 昭永

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

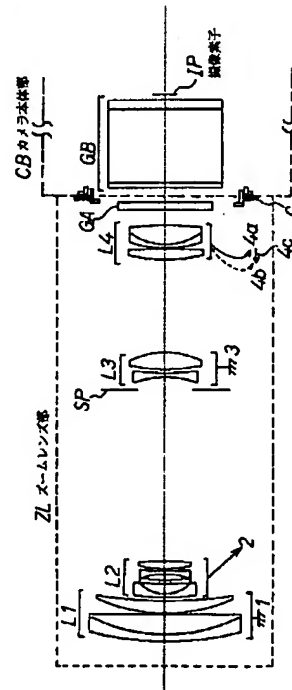
(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 リヤフォーカス式のズームレンズ及びそれを用いた撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 バックフォーカス空間を十分に確保しつつ全ズーム域・全物体距離にわたって良好な性能を有するリヤフォーカス式のズームレンズ及びそれを用いた撮像装置を得ること。

【解決手段】 物体側より順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、そして正の屈折力の第4群の4つのレンズ群を有し、該第2群を像面側へ移動させて広角端から望遠端への変倍を行い、変倍に伴う像面変動を該第4群の一部又は全部を移動させて補正すると共に該第4群の一部又は全部を移動させてフォーカスを行い、該第2群は負の第21レンズ、負の第22レンズ、負の第23レンズ、そして正の第24レンズより構成していること。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群、そして正の屈折力の第 4 群の 4 つのレンズ群を有し、該第 2 群を像面側へ移動させて広角端から望遠端への変倍を行い、変倍に伴う像面変動を該第 4 群の一部又は全部を移動させて補正すると共に該第 4 群の一部又は全部を移動させてフォーカスを行い、該第 2 群は負の第 2 1 レンズ、負の第 2 2 レンズ、負の第 2 3 レンズ、そして正の第 2 4 レンズより構成していることを特徴とするリヤフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 2】 前記第 1 群の焦点距離を  $f_1$  としたとき  $0.16 < |f_2/f_1| < 0.20$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 のリヤフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 3】 前記第 1 群の焦点距離を  $f_1$ 、前記第 2 2 レンズの焦点距離を  $f_{22}$  としたとき

$3.03 < f_{22}/f_1 < 8.03$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 のリヤフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 4】 前記第 2 3 レンズと第 2 4 レンズの焦点距離を各々  $f_{23}$ 、 $f_{24}$  としたとき

$0.87 < |f_{23}/f_{24}| < 1.51$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1、2 又は 3 のリヤフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 5】 前記第 3 群の最も物体側のレンズは物体側に凹面を向いていることを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 のリヤフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 6】 前記第 4 群は正の屈折力の接合レンズを有していることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項記載のリヤフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 7】 前記第 2 1 レンズは物体側に凸面を向けたメニスカス形状より成り、前記第 2 2 レンズは物体側に凸面を向けたメニスカス形状又は両レンズ面が凹面より成り、前記第 2 3 レンズは物体側のレンズ面が凹面より成り、前記第 2 4 レンズは両レンズ面が凸面より成っていることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか 1 項記載のリヤフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 8】 前記第 3 群は物体側と像面側のレンズ面が凹面の単一又は接合レンズと物体側と像面側のレンズ面が凸面の単一又は接合レンズより成っていることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項記載のリヤフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 9】 前記第 4 群は両レンズ面が凸面の正レンズ、物体側と像面側のレンズ面が凸面の接合レンズより成っていることを特徴とする請求項 1～8 のいずれか 1 項記載のリヤフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 10】 請求項 1 から 9 のいずれか 1 項記載のリヤフォーカス式のズームレンズと、その像面側に色分解光学系を有していることを特徴とする撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はリヤフォーカス式のズームレンズ及びそれを用いた撮像装置に関し、特にビデオカメラ、そして放送用カメラ等の撮像装置に用いられる像面側に色分解プリズムを設けることができる程度に長いバックフォーカスを有し、かつ大口径比で高変倍比のレンズ全長の短い小型のリヤフォーカス式のズームレンズ及びそれを用いた撮像装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 最近、ホームビデオカメラ等の小型軽量化に伴い、撮像用のズームレンズの小型化にも目覚ましい進歩が見られ、特にレンズ全長の短縮化や前玉径の小型化、構成の簡略化に力が注がれている。

【0003】 これらの目的を達成する一つの手段として、物体側の第 1 群以外のレンズ群を移動させてフォーカスを行う、所謂リヤフォーカス式のズームレンズが知られている。

【0004】 一般にリヤフォーカス式のズームレンズは第 1 群を移動させてフォーカスを行うズームレンズに比べて第 1 群の有効径が小さくなり、レンズ系全体の小型化が容易になり、又近接撮影、特に極近接撮影が容易となり、更に比較的小型軽量のレンズ群を移動させて行っているため、レンズ群の駆動力が小さくてすみ迅速な焦点合わせができる等の特長がある。

【0005】 このようなリヤフォーカス式のズームレンズとして、例えば特開昭 62-215225 号公報や、特開昭 62-206516 号公報、特開昭 62-24213 号公報、特開昭 63-247316 号公報、そして特開平 4-43311 号公報では、物体側より順に正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群、そして正の屈折力の第 4 群の 4 つのレンズ群を有し、第 2 群を移動させて変倍を行い、第 4 群を移動させて変倍に伴う像面変動とフォーカスを行っている。

【0006】 又、特開平 4-43311 号公報、特開平 4-153615 号公報、特開平 5-19165 号公報、特開平 5-27167 号公報及び特開平 5-60973 号公報では、第 4 レンズ群を正レンズ 1 枚又は正レンズ 2 枚で構成したレンズ全長の短いズームレンズが提案されている。特開平 5-60974 号公報では、第 4 レンズ群が正レンズと負レンズの 2 枚で構成されたズームレンズが提案されている。

【0007】 特開昭 55-62419 号公報、特開昭 62-24213 号公報、特開昭 62-215225 号公報、特開昭 56-114920 号公報、特開平 3-200113 号公報、特開平 4-242707 号公報、特開平 4-343313 号公報、特開平 5-297275 号公報等では、その実施例中に第 3 群と第 4 群をそれぞれが正レンズと負レンズの 2 枚のレンズより成るズームレ

レンズを開示している。一方、最近のビデオデッキの高性能化（デジタル化）に伴い、ビデオカメラの高画質化が種々となされている。その1つとして色分解光学系による画像の色分解がある。このようなビデオカメラ用のズームレンズが、例えば特開平5-72474号公報、特開平6-51199号公報、特開平7-199069号公報、特開平7-270684号公報等で提案されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】一般にズームレンズにおいてリヤフォーカス方式を採用するとレンズ系全体が小型化され又迅速なるフォーカスが可能となり、更に近接撮影が容易となる等の特長が得られる。

【0009】しかしながら反面、色分解プリズムを配置できる程度の長いバックフォーカスを確保しつつ、フォーカスの際の収差変動を少なくし、無限遠物体から近距離物体に至る物体距離全般にわたり高い光学性能を得ようとする、そのレンズ構成が大変難しくなってくる。

【0010】特に大口径比で高変倍比を確保したズームレンズでは長いバックフォーカスを確保しつつ全変倍範囲にわたり、又物体距離全般にわたり高い光学性能を得るのが大変難しくなってくる。

【0011】特開平4-26811号公報や特開平4-88309号公報で開示されているズームレンズはバックフォーカスが短く、色分解プリズムを配置するのが難しい。

【0012】特開平4-43311号公報、特開平4-153615号公報、特開平5-19165号公報、特開平5-27167号公報及び特開平5-60973号公報で開示されているズームレンズではズーム比が6倍から8倍程度であり、これ以上の高変倍比のズームレンズを得ようとする、変倍による色収差の変動が大きくなりすぎて、これを良好に補正するのが難しくなってくる。

【0013】特開昭55-62419号公報、特開昭56-114920号公報、特開平3-200113号公報で開示されているズームレンズでは、第1群又は第3群が変倍に伴って移動するため鏡筒構造が複雑になり、小型化を達成するのが難しいという問題点があった。

【0014】特開平4-242707号公報及び特開平4-343313号公報、特開平5-297275号公報等に開示されているズームレンズでは第3群が大きな空気間隔を持つレンズ構成となっており、更に第3群中の負レンズの屈折力が弱いため高変倍化のズームレンズに適用しようすると第3群で色収差が多く発生し、これを充分に補正するのが難しいという問題点があった。

【0015】特開平5-297275号公報で提案されているズームレンズでは、第3群中のメニスカス状の負レンズが像面側に強い凹面を向けたレンズ構成となっているためテレフォト化には有効であるが、正レンズで発

生した高次のフレアー成分を該負レンズで補正するのが難しく、大口径化、高変倍化が難しいという問題点があった。

【0016】又、特開平5-72474号公報、特開平6-51199号公報、特開平7-199069号公報、特開平7-270684号公報等で提案されているズームレンズは、変倍比が10～12倍程度であり、ビデオカメラに用いるには変倍比が必ずしも十分でなかった。

【0017】本発明はリヤフォーカス方式を採用しつつ、像面側に色分解プリズムや光学フィルター等を配置することができる程度の長いバックフォーカスを有し、かつ大口径比で、変倍比16倍と高変倍比を有し、広角端から望遠端に至る全変倍範囲にわたり、又無限遠物体から超至近物体に至る物体距離全般にわたり、良好なる光学性能を有したリヤフォーカス式のズームレンズ及びそれを用いた撮像装置の提供を目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズは、(1-1) 物体側より順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、そして正の屈折力の第4群の4つのレンズ群を有し、該第2群を像面側へ移動させて広角端から望遠端への変倍を行い、変倍に伴う像面変動を該第4群の一部又は全部を移動させて補正すると共に該第4群の一部又は全部を移動させてフォーカスを行い、該第2群は負の第21レンズ、負の第22レンズ、負の第23レンズ、そして正の第24レンズより構成していることを特徴としている。

【0019】本発明の撮像装置は、(2-1) 構成(1-1)のリヤフォーカス式のズームレンズと、その像面側に色分解光学系を有していることを特徴としている。

【0020】

【発明の実施の形態】図1は本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態1の要部断面図、図2、図3、図4は実施形態1の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。

【0021】図5は本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態2の要部断面図、図6、図7、図8は実施形態2の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。

【0022】図9は本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態3の要部断面図、図10、図11、図12は実施形態3の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。

【0023】図13は本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態4の要部断面図、図14、図15、図16は実施形態4の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。

【0024】図17は本発明のリヤフォーカス式のズ

ームレンズを有した撮像装置の実施形態5の要部断面図、図18、図19、図20は実施形態5の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。

【0025】図中L1は正の屈折力の第1群、L2は負の屈折力の第2群、L3は正の屈折力の第3群、L4は正の屈折力の第4群である。SPは開口絞りであり、第3群L3の前方に配置している。GAはズームレンズの保護を目的とした必要に応じて設けられる保護ガラス、GBは色分解プリズムやフェースプレートやフィルター等のガラスブロックである。IPは像面であり、CCD等の撮像素子が配置されている。

【0026】第1群L1から保護ガラスGAまでの各要素はズームレンズ（ズームレンズ部）ZLの一要素を構成している。ガラスブロックGBと撮像素子はカメラ本体CB内に収納されている。ズームレンズ部ZLはマウント部材Cを介してカメラ本体CBに着脱可能に装着されている。

【0027】本実施形態では広角端から望遠端への変倍に際して矢印のように第2群を像面側へ移動させると共に、変倍に伴う像面変動を第4群の一部又は全部（本実施形態では全部）を物体側に凸状の軌跡を有しつつ移動させて補正している。

【0028】又、第4群の一部又は全部（本実施形態では全部）を光軸上移動させてフォーカスを行うリヤフォーカス式を採用している。同図に示す第4群の実線の曲線4aと点線の曲線4bは各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端への変倍に伴う際の像面変動を補正する為の移動軌跡を示している。尚、第1群と第3群は変倍及びフォーカスの際固定である。

【0029】本実施例においては第4群を移動させて変倍に伴う像面変動の補正を行うと共に第4群を移動させてフォーカスを行うようにしている。特に同図の曲線4a、4bに示すように広角端から望遠端への変倍に際して物体側へ凸状の軌跡を有するように移動させている。これにより第3群と第4群との空間の有効利用を図りレンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

【0030】本実施例において、例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合は同図の直線4cに示すように第4群を前方へ繰り出すことにより行っている。

【0031】本発明のビデオカメラ（撮像装置）は、少なくとも上記ズームレンズと、色分解用素子と該色分解素子によって分割された各色対応の撮像素子と、撮像信号処理回路等から構成されている。

【0032】本実施形態では変倍用の負の屈折力の第2群を前述の如く所定の屈折力の4つのレンズより構成することによって変倍に伴う収差変動を良好に補正して高変倍比を容易にしている。

【0033】本実施形態のズームレンズは以上のように

全体として4つのレンズ群より構成し、変倍及びフォーカスの際の各レンズ群の移動条件や第2群のレンズ構成を適切に設定することにより所定のバックフォーカスを確保しつつ全変倍範囲にわたり、又物体距離全体にわたり高い光学性能を得ている。

【0034】特に第2群は物体側より順に負の第21レンズ、負の第22レンズ、負の第23レンズ、正の第24レンズより構成している。すなわち、高倍率化を図るためには変倍作用を持つ第2群のパワーを強くして、少ない移動量で倍率が変化するようにしている。このとき第2群の負のパワーをむやみに強くすると、ペッツバル和が負の方向に大きくなり、像面が倒れてくる。また、ズームングのための第2群の移動により、コマ収差や非点収差が大きく変動し、それらの変動収差を補正するのが困難になる。そのために、負レンズを3枚使用して、各レンズの分担を少なくし、ペッツバル和の低減を図っている。

【0035】また、物体側に負レンズを集中して配置することにより、第2群の前側主点の位置を物体側に近づけることが可能になり、第1群と第2群の主点間隔を短くしている。そして、第1群は絞りに近づくことが可能になり、第1群（前玉）の径を決めている軸外光束が、第1群を通過する高さを低くして、これにより、第1群の径を小型化している。

【0036】更に、望遠端の色収差を十分に補正するために、3枚の負レンズと1枚の正レンズを用いている。

【0037】次に本発明のリヤフォーカス式のズームレンズのこの他のレンズ構成の特徴について説明する。

【0038】（A1）本発明は、前述の如く高変倍を目的としたものであるから、変倍に伴って発生する収差は第1群及び第2群においてキャンセルすることが望ましい。しかるに変倍に伴う収差の発生の方は第1群と第2群のそれとでは異なり、広角端では補正過剰の傾向となりやすい。

【0039】そこで本発明においては、前記第i群の焦点距離を $f_i$ としたとき

$$0.16 < |f_2/f_1| < 0.20 \quad \dots (1)$$

を満足するようにしている。

【0040】条件式（1）の上限値を越えるとペッツバル和が負の方向に大きくなり、像面が大きくプラス側に倒れる傾向になり好ましくない。逆に、下限値を越えると高変倍のために第2群の移動量を大きく取る必要があり前玉径の大型化、レンズ全長の長大化をまねくので良くない。

【0041】（A2）変倍に伴って変動する収差は、第2群において十分に押さえておくことが望ましい。

【0042】そこで本発明においては、前記第i群の焦点距離を $f_i$ 、前記第22レンズの焦点距離を $f_{22}$ としたとき

$$3.03 < f_{22}/f_2 < 8.03 \quad \dots (2)$$

なる条件を満足するようにしている。

【0043】条件式(2)はズーミングによる球面収差とコマ収差の変動をバランスよく補正するためのものである。

【0044】条件式(2)の上限値を越えるとテレ端(望遠端)で球面収差がアンダーになり補正不足となり

$$0.87 < |f_{23}/f_{24}| < 1.51 \quad \dots (3)$$

なる条件を満足するようにしている。

【0046】この条件式(3)は主に第2群で発生するコマ収差や軸上色収差を良好に補正する為のものである。該第2群中の負の第23レンズと正の第24レンズを単レンズで構成することにより、その間にできる空気レンズを収差補正に利用するようにし、これにより収差補正を良好に行っている。

【0047】条件式(3)の上限値を越えるとテレ端の球面収差は補正不足となり、内向性のコマ収差が発生し好ましくない。逆に、下限値を越えると軸上色収差が補正過剰となるので良くない。

【0048】(A4)本発明の目的の1つであるバックフォーカスを長くする為には、該第3群の最も物体側のレンズが物体側に凹面になるようにしている。すなわち、第2群にて発散された光束を略アフォーカルとするための第3群をレトロタイプとし第3群の主点位置を第2群から遠ざけるように配置することにより第2群と該第3群との主点間隔をより開き第3群に入射する軸上光線高さをより高くしている。これによって、全系の焦点距離を所定量とするための第4群の焦点距離を長くすることができワーキングディスタンスとしてのバックフォーカスを長くしている。

【0049】すなわち第3群をでる光束が略アフォーカルであるためバックフォーカスの長さは主点系で計算するとほぼ第4群の焦点距離と同じとなる。従って全系の焦点距離を固定して第4群の焦点距離を長くするためには図21で示される如く第3群での軸上光の高さhを高くしてやれば良いことが分かる。さらには、第3群の最も物体側のレンズ面が物体側に強い凹面を向けて、第2群からの発散してくる光束を高次の球面収差を発生させずに第3群が受けることが可能となる構成としている。

【0050】(A5)数値実施例1,3においては、第3群は両レンズ面が凹面の負レンズと両レンズ面が凸面の正レンズの2つのレンズで構成され、全体としてレトロタイプの正レンズ群を構成している。さらに前記負レンズは物体側の面が強い凹面であり第3群の主点位置を第2群から遠ざける役割を担っており、第4群の焦点距離を長くし従ってバックフォーカスを長くすることに貢献している。

【0051】数値実施例2,4においては、第3群は負レンズと正レンズとを接合した全体として物体側と像面側のレンズ面が凹面の負の接合レンズと両レンズ面が凸面の正レンズより成り、全体としてレトロタイプの正レ

好ましくない。逆に、下限値を越えるとワイド端(広角端)で内向性のコマ収差が多く発生し性能の悪化をまねくので良くない。

【0045】(A3)又変倍に伴う収差変動を良好に補正する為、前記第23レンズと第24レンズの焦点距離を各々 $f_{23}$ ,  $f_{24}$ としたとき

ンズ群を構成している。さらに前記接合レンズは物体側のレンズ面が強い凹面であり、第3群の主点位置を第2群から遠ざける役割を担っており、第4群の焦点距離を長くし従ってバックフォーカスを長くすることに貢献している。

【0052】数値実施例5においては、第3群は負レンズと正レンズとを接合した全体として物体側と像面側のレンズ面が凹面の負の接合レンズと、正レンズと負レンズとを接合した全体として物体側と像面側のレンズ面が凸面の正の接合レンズより成り、全体としてレトロタイプの正レンズ群を構成している。さらに前記負の接合レンズは物体側のレンズ面が強い凹面であり、第3群の主点位置を第2群から遠ざける役割を担っており、第4群の焦点距離を長くし、従ってバックフォーカスを長くすることに貢献している。

【0053】(A6)前記第4群は両レンズ面が凸面の正レンズ、物体側と像面側のレンズ面が凸面の接合レンズより構成し、フォーカスの際の収差変動を良好に補正している。特に色収差を良好に補正するために、第4群に少なくとも1つの接合レンズを設けている。先に述べたように、ビデオカメラの高画質化にともない、従来あまり問題にならなかった色収差、特に倍率色収差が問題となりこれを良好に補正することを可能としている。

【0054】(A7)第3群の最も物体側のレンズ面の曲率半径を $R_{31}$ 、第3群の焦点距離を $f_3$ 、該第3群の物体側の負レンズ(接合レンズのときは接合レンズ)の焦点距離を $f_{31}$ としたとき

$$-0.5 < R_{31}/f_3 < -0.2 \quad \dots (4)$$

$$0.7 < R_{31}/f_{31} < 1.3 \quad \dots (5)$$

を満足するようにしている。

【0055】条件式(4), (5)はともに第3群の物体側のレンズ面の曲率を適切に設定してバックフォーカスを長く維持しながら、第3群の屈折力を適当に配分して高性能化を図る為のものである。

【0056】条件式(4), (5)の上限値を越えると本発明の目的であるバックフォーカスを十分に保つことが困難となり、又下限値を越えると広角端において第2群から発散してくる光線束が第3群に入射する際に発生する高次の球面収差を補正することが困難となって高性能化が難しくなる。

【0057】(A8)開口絞りは光学系中のどこに配置しても本発明の目的を阻害する物ではなく第3群の負レンズと正レンズの中間に配置する場合は該レンズ群の周

辺部が広くとれるためシステムの構成上絞り空間が最も楽にとれることになり好ましい。また、レンズの小型化を促進するため第1群を小さくするためには、入射瞳位置をレンズの前の方に押し出さなければならない。従ってかかる目的の場合、開口絞り第3群の最も物体側に配置することが望ましい。

【0058】また、第3群と第4群の空間が広くとれる場合は、開口絞りを第3群の最も像面側に配置すると射出瞳をさらに長くとることができるので好ましい。

【0059】本実施形態では、第3群の最も物体側に配置して第1群である前玉径を小型化している。

【0060】(A9)本実施形態では第3群を負レンズ群、正レンズ群で構成することにより射出瞳を長くし、第3群から射出する光線をテレセントリックとなるようにして、その後方に配置された色分解プリズムに入射する光線の角度を緩くしている。これによって色分解系の波長による反射特性変化を解消し、色分解を忠実にしない画像の色再現性を非常に良くしている。

【0061】(A10)本発明のズームレンズは高変倍比である為にテレ端の焦点距離が非常に長くなり、テレ端およびその付近の性能が該第2群に大きく影響されてくる。そこで第4群に非球面を配置することにより、光学性能を上げている。

【0062】尚、非球面は、基本的に球面収差の補正を目的としているため、レンズの周辺部にいくにしたがつて正の屈折力が弱くなる形状となることが望ましい。

【0063】(A11)第4群の焦点距離を $f_4$ 、望遠端で無限遠物体にフォーカスしたときの第3群と第4群

$$X = \frac{(1/R) Y^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(Y/R)^2}} + BY^4 + CY^6 + DY^8 + EY^{10}$$

なる式で表している。又「 $e^{-0X}$ 」は「 $\times 10^{-X}$ 」を意味している。

【0069】また、数値実施例1、3におけるR24～R25、数値実施例2、4におけるR25～R26、数値実施例5におけるR26～R27等は保護ガラス部、数値実施例1、3におけるR26～R29、数値実施例

の間隔を $D_{34T}$ 、広角端の焦点距離を $f_W$ としたとき  
 $4.7 < f_4 / f_W < 5.8 \dots (6)$

$0.2 < D_{34T} / f_4 < 0.94 \dots (7)$

を満足するようにしている。

【0064】条件式(6)、(7)は所定のバックフォーカスを確保しつつ高性能化、高変倍化、そして大口径化を図る為のものである。

【0065】条件式(6)はバックフォーカスの長さを最適化するもので上限値を越えるとバックフォーカスが必要以上に長くなり全長の長大化をまねき、下限値を越えると本発明の目的である十分に長いバックフォーカスを確保することが困難となる。

【0066】条件式(7)はフォーカスのための第4群の移動可能な空間と望遠端の焦点距離の関係を最適化するもので、上限値を越えるほど間隔 $D_{34T}$ を大きくするとレンズ全長の長大化をまねき好ましくなく、下限値を越えるとフォーカスのための十分な空間を確保できなくなり、ズームレンズの操作性に支障がでてくる。

【0067】次に本発明の数値実施例を示す。数値実施例において $R_i$ は物体側より順に第 $i$ 番目のレンズ面の曲率半径、 $D_i$ は物体側より順に第 $i$ 番目のレンズ厚及び空気間隔、 $N_i$ と $v_i$ は各々物体側より順に第 $i$ 番目のレンズのガラスの屈折率とアッペ数である。又、非球面形状はレンズ面の中心部の曲率半径 $R$ とし、光軸方向(光の進行方向)を $X$ 軸とし、光軸と垂直方向を $Y$ 軸、 $B, C, D, E$ を各々非球面係数としたとき

【0068】

【数1】

2、4におけるR27～R30、数値実施例5におけるR28～R31等は、色分解プリズム、光学フィルタ、フェースプレート等のガラスブロックを示す。

【0070】

【外1】

## 数値実施例 1

 $f = 1 \sim 16.18 \quad Fno = 1.65 \sim 2.47 \quad 2\omega = 55.9 \sim 3.8$ 

R 1 = 14.267	D 1 = 0.32	N 1 = 1.846660	$\nu$ 1 = 23.8
R 2 = 7.836	D 2 = 0.99	N 2 = 1.603112	$\nu$ 2 = 60.7
R 3 = -531.939	D 3 = 0.04		
R 4 = 7.642	D 4 = 0.60	N 3 = 1.696797	$\nu$ 3 = 55.5
R 5 = 20.339	D 5 = 可変		
R 6 = 10.272	D 6 = 0.16	N 4 = 1.882997	$\nu$ 4 = 40.8
R 7 = 1.653	D 7 = 0.51		
R 8 = 35.740	D 8 = 0.16	N 5 = 1.696797	$\nu$ 5 = 55.5
R 9 = 6.961	D 9 = 0.30		
R10 = -3.392	D10 = 0.16	N 6 = 1.696797	$\nu$ 6 = 55.5
R11 = 32.469	D11 = 0.09		
R12 = 5.320	D12 = 0.41	N 7 = 1.846660	$\nu$ 7 = 23.8
R13 = -9.741	D13 = 可変		
R14 = 絞り	D14 = 0.64		
R15 = -4.155	D15 = 0.18	N 8 = 1.622992	$\nu$ 8 = 58.1
R16 = 11.372	D16 = 0.18		
R17* = 6.638	D17 = 0.85	N 9 = 1.583126	$\nu$ 9 = 59.4
R18 = -9.736	D18 = 可変		
R19* = 7.166	D19 = 0.51	N10 = 1.583126	$\nu$ 10 = 59.4
R20 = -23.566	D20 = 0.03		
R21 = 5.042	D21 = 0.18	N11 = 1.846660	$\nu$ 11 = 23.8
R22 = 2.805	D22 = 0.95	N12 = 1.487490	$\nu$ 12 = 70.2
R23 = -9.802	D23 = 可変		
R24 = $\infty$	D24 = 0.35	N13 = 1.516330	$\nu$ 13 = 64.2
R25 = $\infty$	D25 = 0.71		
R26 = $\infty$	D26 = 0.24	N14 = 1.550000	$\nu$ 14 = 60.0
R27 = $\infty$	D27 = 3.54	N15 = 1.589130	$\nu$ 15 = 61.2
R28 = $\infty$	D28 = 0.43	N16 = 1.520000	$\nu$ 16 = 64.0
R29 = $\infty$			

焦点距離 可変距離	1.00	7.52	16.18
D 5	0.17	6.84	8.11
D13	8.24	1.56	0.29
D18	4.45	3.58	4.50
D23	0.71	1.58	0.66

\*印は非球面  
非球面係数

r17 k=-3.21676e-01 B=-5.02199e-03 C=3.43423e-04 D=-5.34423e-05 E=6.63471e-06

r19 k=8.20606e+00 B=-3.23828e-03 C=-3.13477e-04 D=1.58910e-05 E=-1.56447e-05

[0071]

[外2]



## 数值实施例 2

 $f = 1 \sim 16.18 \quad Fno = 1.65 \sim 2.48 \quad 2\omega = 55.9 \sim 9.8$ 

R 1 = 14.325	D 1 = 0.32	N 1 = 1.846660	$\nu$ 1 = 23.8
R 2 = 7.891	D 2 = 0.99	N 2 = 1.603112	$\nu$ 2 = 60.7
R 3 = -364.883	D 3 = 0.04		
R 4 = 7.640	D 4 = 0.60	N 3 = 1.696797	$\nu$ 3 = 55.5
R 5 = 19.962	D 5 = 可変		
R 6 = 10.172	D 6 = 0.16	N 4 = 1.882997	$\nu$ 4 = 40.8
R 7 = 1.659	D 7 = 0.51		
R 8 = 159.532	D 8 = 0.16	N 5 = 1.622992	$\nu$ 5 = 58.1
R 9 = 8.868	D 9 = 0.28		
R10 = -3.413	D10 = 0.16	N 6 = 1.712995	$\nu$ 6 = 53.8
R11 = 24.978	D11 = 0.09		
R12 = 5.332	D12 = 0.41	N 7 = 1.846660	$\nu$ 7 = 23.8
R13 = -9.698	D13 = 可変		
R14 = 絞り	D14 = 0.57		
R15 = -5.622	D15 = 0.14	N 8 = 1.804000	$\nu$ 8 = 46.6
R16 = 6.173	D16 = 0.32	N 9 = 1.698947	$\nu$ 9 = 30.1
R17 = 22.112	D17 = 0.13		
R18* = 6.412	D18 = 0.85	N10 = 1.583126	$\nu$ 10 = 59.4
R19 = -4.253	D19 = 可変		
R20* = 7.033	D20 = 0.51	N11 = 1.583126	$\nu$ 11 = 59.4
R21 = -38.453	D21 = 0.03		
R22 = 5.098	D22 = 0.18	N12 = 1.846660	$\nu$ 12 = 23.8
R23 = 2.847	D23 = 0.96	N13 = 1.487490	$\nu$ 13 = 70.2
R24 = -8.306	D24 = 可変		
R25 = $\infty$	D25 = 0.35	N14 = 1.516330	$\nu$ 14 = 64.2
R26 = $\infty$	D26 = 0.71		
R27 = $\infty$	D27 = 0.24	N15 = 1.550000	$\nu$ 15 = 60.0
R28 = $\infty$	D28 = 3.54	N16 = 1.589130	$\nu$ 16 = 61.2
R29 = $\infty$	D29 = 0.43	N17 = 1.520000	$\nu$ 17 = 64.0
R30 = $\infty$			

焦点距離 可変距離	1.00	7.60	16.18
D 5	0.17	6.84	8.12
D13	8.24	1.56	0.29
D19	4.19	3.30	4.24
D24	0.71	1.60	0.66

\*印は非球面  
非球面係数

r18 k=2.50194e-03 B=-4.65830e-03 C=1.70516e-04 D=-1.24257e-05 E=1.06869e-06

r20 k=7.55051e+00 B=-3.42569e-03 C=-3.05000e-04 D=2.08802e-05 E=-1.47323e-05

[0072]

[外3]

## 数值实施例 3

 $f = 1 \sim 16.19$   $Fno = 1.65 \sim 2.61$   $2\omega = 55.9 \sim 3.8$ 

R 1 = 14.036	D 1 = 0.30	N 1 = 1.846660	$\nu$ 1 = 23.8
R 2 = 7.681	D 2 = 0.97	N 2 = 1.603112	$\nu$ 2 = 60.7
R 3 = -155.790	D 3 = 0.04		
R 4 = 7.103	D 4 = 0.58	N 3 = 1.696797	$\nu$ 3 = 55.5
R 5 = 17.488	D 5 = 可変		
R 6 = 19.561	D 6 = 0.16	N 4 = 1.882997	$\nu$ 4 = 40.8
R 7 = 1.601	D 7 = 0.49		
R 8 = -12.712	D 8 = 0.16	N 5 = 1.882997	$\nu$ 5 = 40.8
R 9 = 11.388	D 9 = 0.22		
R10 = -3.652	D10 = 0.16	N 6 = 1.696797	$\nu$ 6 = 55.5
R11 = -11014.189	D11 = 0.09		
R12 = 5.630	D12 = 0.42	N 7 = 1.846660	$\nu$ 7 = 23.8
R13 = -7.298	D13 = 可変		
R14 = 絞り	D14 = 0.59		
R15 = -5.232	D15 = 0.18	N 8 = 1.696797	$\nu$ 8 = 55.5
R16 = 15.564	D16 = 0.21		
R17 = 6.357	D17 = 0.81	N 9 = 1.583126	$\nu$ 9 = 59.4
R18 = -4.380	D18 = 可変		
R19 = 8.122	D19 = 0.51	N10 = 1.583126	$\nu$ 10 = 59.4
R20 = -21.255	D20 = 0.04		
R21 = 4.496	D21 = 0.18	N11 = 1.846660	$\nu$ 11 = 23.8
R22 = 2.655	D22 = 0.96	N12 = 1.487490	$\nu$ 12 = 70.2
R23 = -11.454	D23 = 可変		
R24 = $\infty$	D24 = 0.35	N13 = 1.516330	$\nu$ 13 = 64.2
R25 = $\infty$	D25 = 0.71		
R26 = $\infty$	D26 = 0.24	N14 = 1.550000	$\nu$ 14 = 80.0
R27 = $\infty$	D27 = 3.54	N15 = 1.589130	$\nu$ 15 = 51.2
R28 = $\infty$	D28 = 0.43	N16 = 1.520000	$\nu$ 16 = 64.0
R29 = $\infty$			

可変距離 \ 焦点距離	1.00	7.57	16.19
D 5	0.17	6.54	7.75
D13	7.88	1.51	0.30
D18	4.34	3.39	4.36
D23	0.71	1.66	0.68

\*印は非球面  
非球面係数

 $r17 \ k=5.90044e-01 \ B=-4.61834e-03 \ C=2.73104e-05 \ D=1.83072e-05 \ E=-8.59214e-07$ 
 $r19 \ k=9.96953e+00 \ B=-2.82918e-03 \ C=-1.47398e-04 \ D=-4.21392e-06 \ E=-9.02354e-06$ 

[0073]

[外4]

## 数值実施例 4

 $f = 1 \sim 16.17 \quad Fno = 1.65 \sim 2.56 \quad 2\omega = 55.9 \sim 9.8$ 

R 1 = 13.653	D 1 = 0.30	N 1 = 1.846660	$\nu$ 1 = 23.8
R 2 = 7.523	D 2 = 0.97	N 2 = 1.603112	$\nu$ 2 = 50.7
R 3 = -416.748	D 3 = 0.04		
R 4 = 7.316	D 4 = 0.58	N 3 = 1.696797	$\nu$ 3 = 55.5
R 5 = 19.439	D 5 = 可変		
R 6 = 10.083	D 6 = 0.16	N 4 = 1.882997	$\nu$ 4 = 40.8
R 7 = 1.603	D 7 = 0.50		
R 8 = -60.854	D 8 = 0.16	N 5 = 1.516330	$\nu$ 5 = 64.2
R 9 = 7.974	D 9 = 0.28		
R10 = -3.479	D10 = 0.16	N 6 = 1.696797	$\nu$ 6 = 55.5
R11 = 15.758	D11 = 0.09		
R12 = 4.958	D12 = 0.41	N 7 = 1.846660	$\nu$ 7 = 23.8
R13 = -10.601	D13 = 可変		
R14 = 絞り	D14 = 0.57		
R15 = -5.867	D15 = 0.14	N 8 = 1.834807	$\nu$ 8 = 42.7
R16 = 6.863	D16 = 0.32	N 9 = 1.761821	$\nu$ 9 = 26.5
R17 = 23.981	D17 = 0.12		
R18* = 6.517	D18 = 0.85	N10 = 1.583126	$\nu$ 10 = 59.4
R19 = -4.157	D19 = 可変		
R20* = 7.052	D20 = 0.51	N11 = 1.583126	$\nu$ 11 = 59.4
R21 = -41.343	D21 = 0.03		
R22 = 5.242	D22 = 0.18	N12 = 1.846660	$\nu$ 12 = 23.8
R23 = 2.897	D23 = 0.96	N13 = 1.487490	$\nu$ 13 = 70.2
R24 = -7.764	D24 = 可変		
R25 = $\infty$	D25 = 0.35	N14 = 1.516330	$\nu$ 14 = 64.2
R26 = $\infty$	D26 = 0.71		
R27 = $\infty$	D27 = 0.24	N15 = 1.550000	$\nu$ 15 = 60.0
R28 = $\infty$	D28 = 3.54	N16 = 1.589190	$\nu$ 16 = 61.2
R29 = $\infty$	D29 = 0.43	N17 = 1.520000	$\nu$ 17 = 64.0
R30 = $\infty$			

焦点距離 可変間隔	1.00	7.54	16.17
D 5	0.17	6.51	7.72
D13	7.84	1.50	0.29
D19	4.29	3.37	4.34
D24	0.71	1.62	0.66

\*印は非球面  
非球面係数

r18 k=-2.21619e-01 B=-4.81032e-03 C=2.05513e-04 D=-2.71163e-05 E=4.18003e-06

r20 k=7.40348e+00 B=-3.43416e-03 C=-3.13052e-04 D=2.95948e-05 E=-1.47558e-05

【0074】

【外5】

## 数值实施例 5

 $f = 1 \sim 16.08 \quad Fno = 1.65 \sim 2.66 \quad 2\omega = 55.9 \sim 3.8$ 

R 1 = 14.217	D 1 = 0.30	N 1 = 1.846660	$\nu$ 1 = 23.8
R 2 = 7.567	D 2 = 0.99	N 2 = 1.603112	$\nu$ 2 = 60.7
R 3 = -150.322	D 3 = 0.04		
R 4 = 7.145	D 4 = 0.58	N 3 = 1.712995	$\nu$ 3 = 53.8
R 5 = 18.637	D 5 = 可変		
R 6 = 10.470	D 6 = 0.16	N 4 = 1.882997	$\nu$ 4 = 40.8
R 7 = 1.585	D 7 = 0.49		
R 8 = -70.193	D 8 = 0.14	N 5 = 1.804000	$\nu$ 5 = 46.6
R 9 = 13.662	D 9 = 0.26		
R10 = -3.438	D10 = 0.12	N 6 = 1.696797	$\nu$ 6 = 55.5
R11 = 11.833	D11 = 0.09		
R12 = 4.726	D12 = 0.50	N 7 = 1.846660	$\nu$ 7 = 23.8
R13 = -10.646	D13 = 可変		
R14 = 絞り	D14 = 0.56		
R15 = -6.993	D15 = 0.14	N 8 = 1.772499	$\nu$ 8 = 49.6
R16 = 4.382	D16 = 0.42	N 9 = 1.846660	$\nu$ 9 = 23.8
R17 = 13.013	D17 = 0.15		
R18* = 5.890	D18 = 0.85	N10 = 1.583126	$\nu$ 10 = 59.4
R19 = -3.329	D19 = 0.17	N11 = 1.846660	$\nu$ 11 = 23.8
R20 = -4.646	D20 = 可変		
R21* = 9.039	D21 = 0.51	N12 = 1.583126	$\nu$ 12 = 59.4
R22 = -44.849	D22 = 0.03		
R23 = 4.690	D23 = 0.18	N13 = 1.846660	$\nu$ 13 = 23.8
R24 = 2.832	D24 = 0.96	N14 = 1.487490	$\nu$ 14 = 70.2
R25 = -7.400	D25 = 可変		
R26 = $\infty$	D26 = 0.35	N15 = 1.516330	$\nu$ 15 = 64.2
R27 = $\infty$	D27 = 0.71		
R28 = $\infty$	D28 = 0.24	N16 = 1.550000	$\nu$ 16 = 60.0
R29 = $\infty$	D29 = 3.54	N17 = 1.589130	$\nu$ 17 = 61.2
R30 = $\infty$	D30 = 0.43	N18 = 1.520000	$\nu$ 18 = 64.0
R31 = $\infty$			

焦点距離 可変距離	1.00	7.89	16.08
D 5	0.18	6.83	7.50
D13	7.64	1.49	0.32
D20	3.69	2.89	3.69
D25	0.71	1.71	0.71

\*印は非球面  
非球面係数

r18 k=1.47237e+00 B=-5.00687e-03 C=2.11113e-04 D=-1.21073e-04 E=2.00364e-05

r21 k=8.42316e+00 B=-2.36245e-03 C=-1.51278e-04 D=3.97469e-05 E=-6.57634e-06

[0075]

[表1]

表-1

条件式	数値実施例				
	1	2	3	4	5
(1) $ f2/f1 $	0.183	0.183	0.183	0.183	0.181
(2) $f22/f2$	5.855	6.877	3.361	6.762	7.301
(3) $ f23/f24 $	1.089	1.021	1.376	1.009	0.971
(4) $R31/f3$	-0.253	-0.322	-0.333	-0.378	-0.406
(5) $R31/f31$	0.854	1.086	0.934	1.091	1.122
(6) $f4/fW$	5.269	5.269	5.265	5.269	5.265
(7) $D34T/f4$	0.855	0.806	0.829	0.824	0.701

## 【0076】

【発明の効果】本発明によれば以上のように、各要素を設定することによりリヤフォーカス方式を採用しつつ、像面側に色分解プリズムや光学フィルター等を配置することができる程度の長いバックフォーカスを有し、かつ大口径比で、変倍比1.6倍と高変倍比を有し、広角端から望遠端に至る全変倍範囲にわたり、又無限遠物体から超至近物体に至る物体距離全般にわたり、良好なる光学性能を有したリヤフォーカス式のズームレンズ及びそれを有した撮像装置を達成することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態1の要部断面図

【図2】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態1の広角端の収差図

【図3】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態1の中間の収差図

【図4】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態1の望遠端の収差図

【図5】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態2の要部断面図

【図6】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態2の広角端の収差図

【図7】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態2の中間の収差図

【図8】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態2の望遠端の収差図

【図9】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態3の要部断面図

【図10】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態3の広角端の収差図

【図11】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態3の中間の収差図

【図12】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態3の望遠端の収差図

【図13】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態4の要部断面図

【図14】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態4の広角端の収差図

【図15】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態4の中間の収差図

【図16】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態4の望遠端の収差図

【図17】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態5の要部断面図

【図18】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態5の広角端の収差図

【図19】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態5の中間の収差図

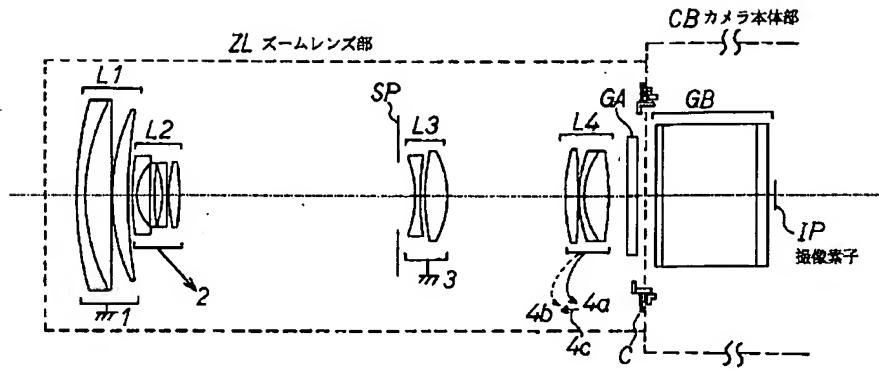
【図20】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の実施形態5の望遠端の収差図

【図21】本発明のリヤフォーカス式のズームレンズを有した撮像装置の光路説明図

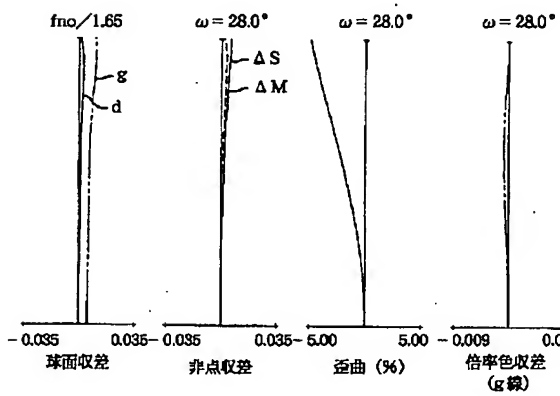
## 【符号の説明】

L1	第1群
L2	第2群
L3	第3群
L4	第4群
SP	絞り
IP	像面
d	d線
g	g線
S	サジタル像面
M	メリディオナル像面
GA, GB	ガラスブロック

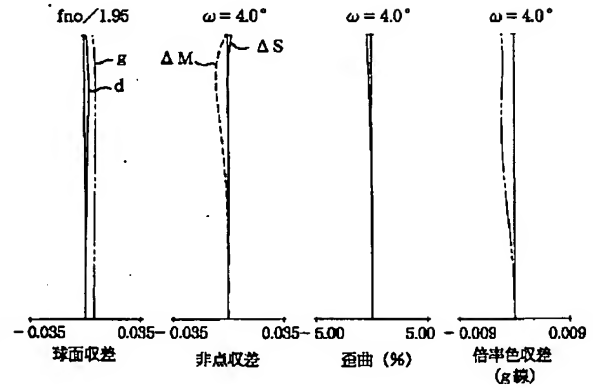
【図1】



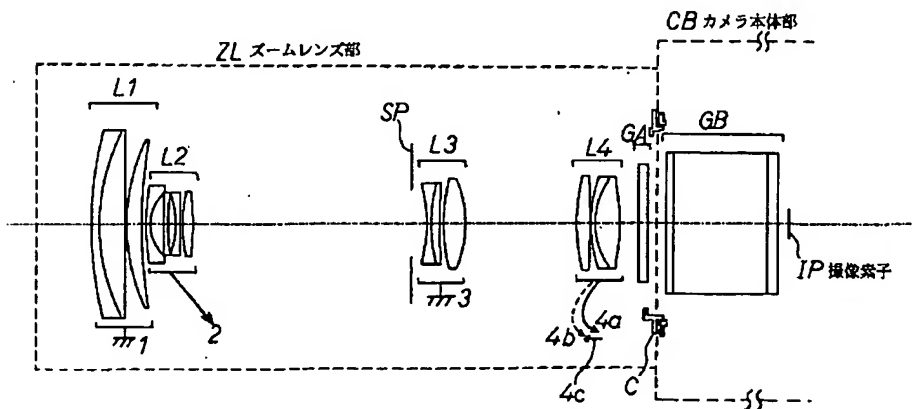
【図2】



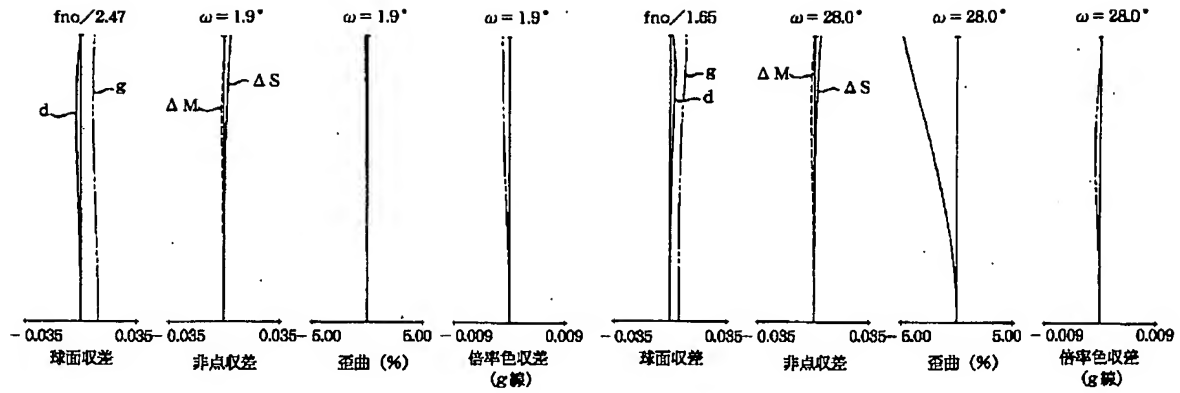
【図3】



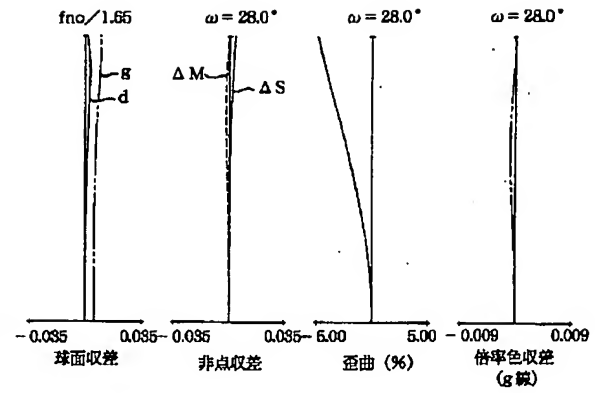
【図5】



【図 4】

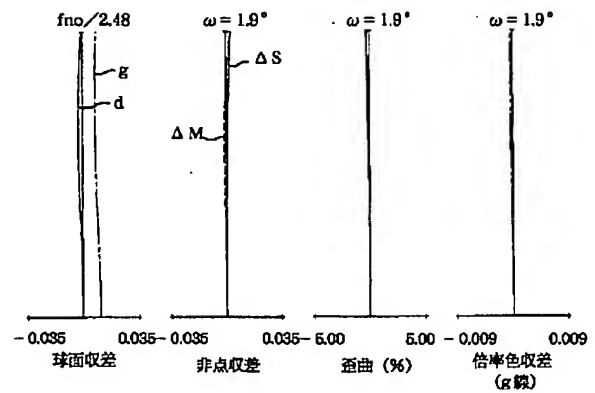
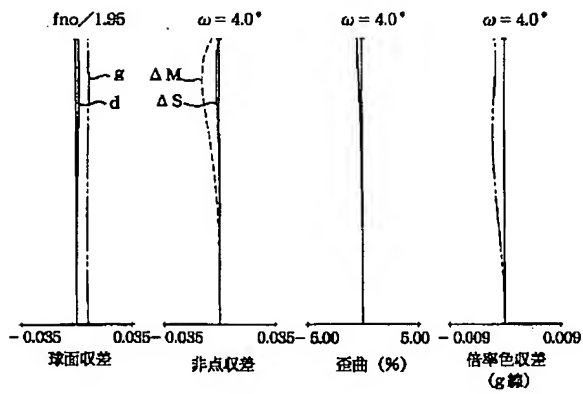


【図 6】

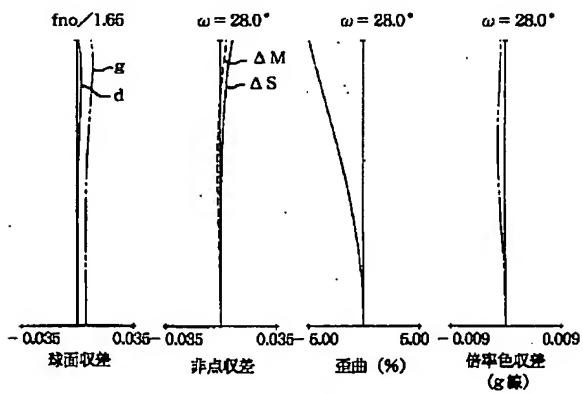


【図 8】

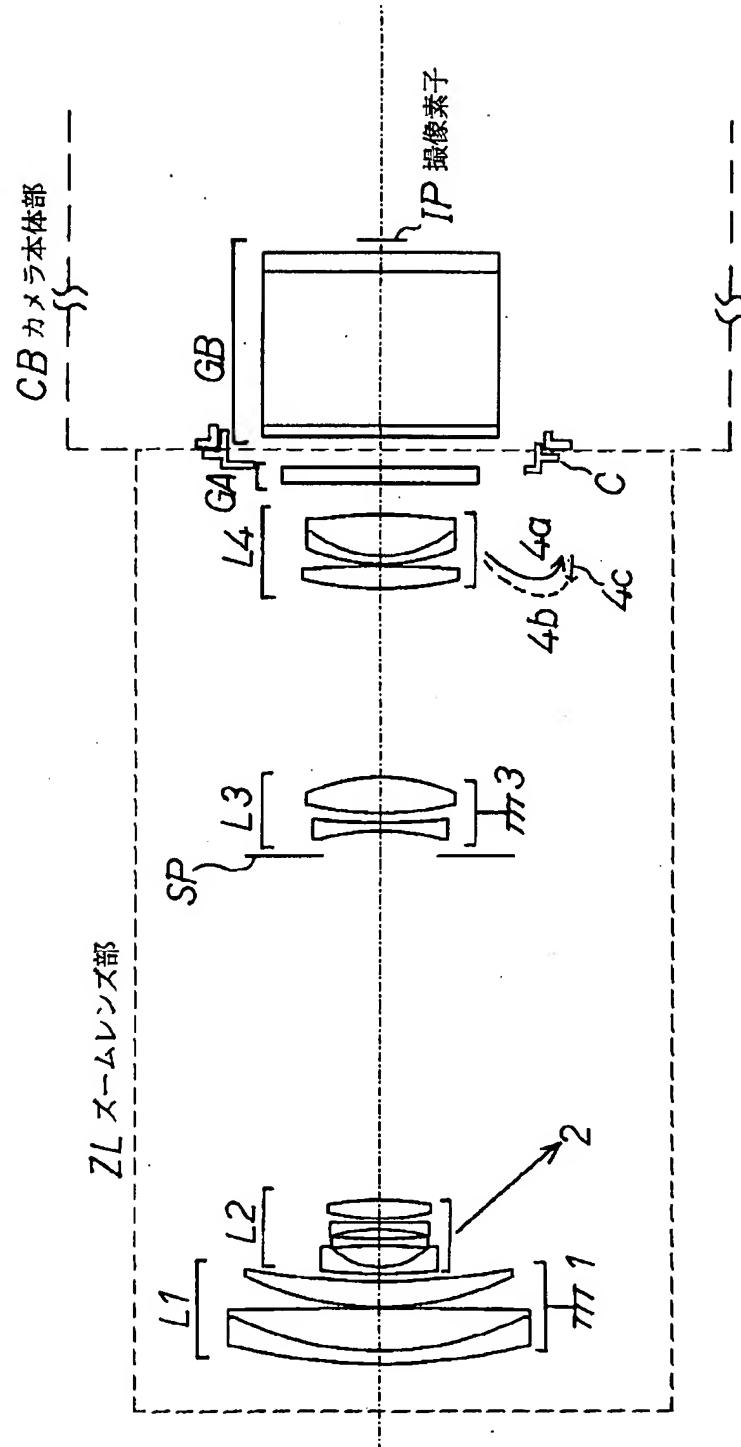
【図 7】



【図 10】

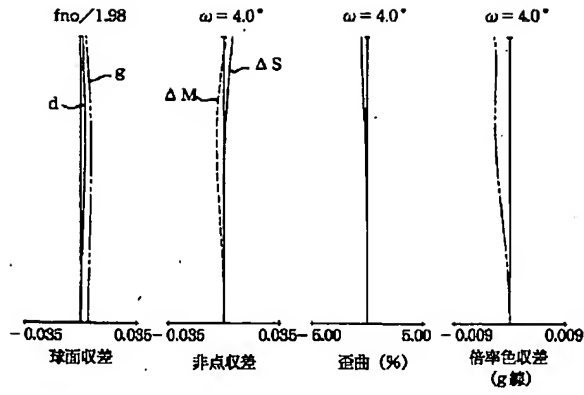


【図9】

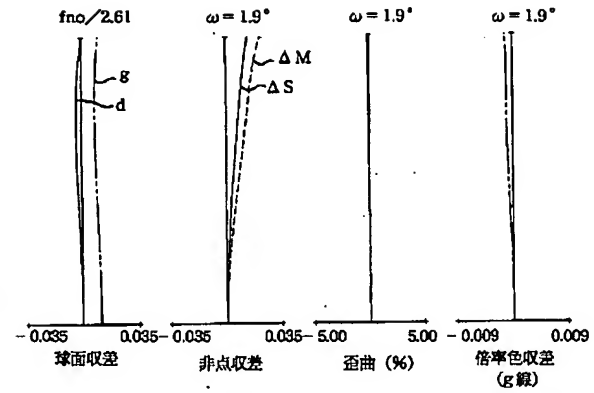




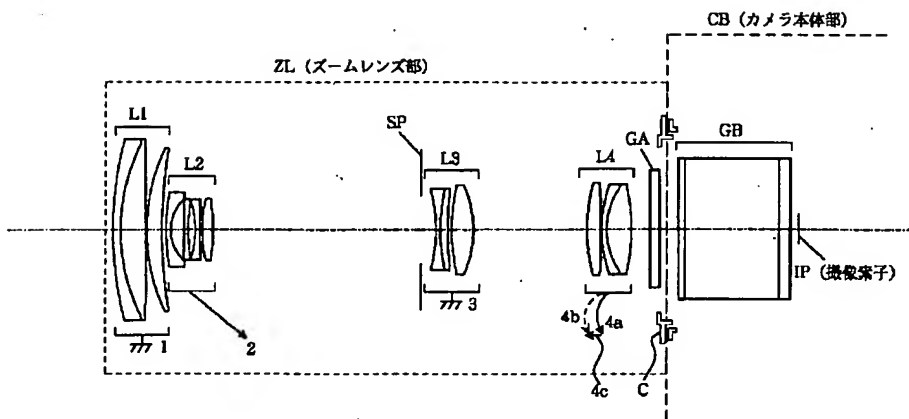
【図 11】



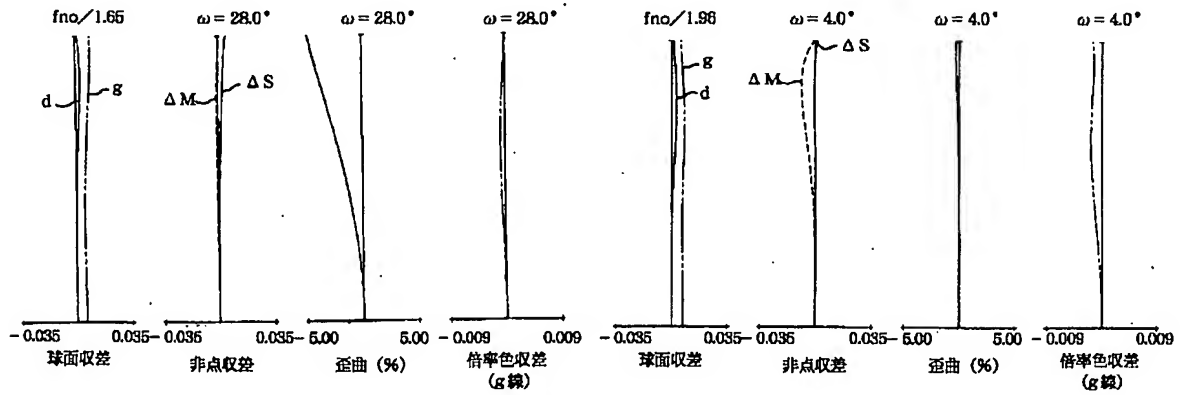
【図 12】



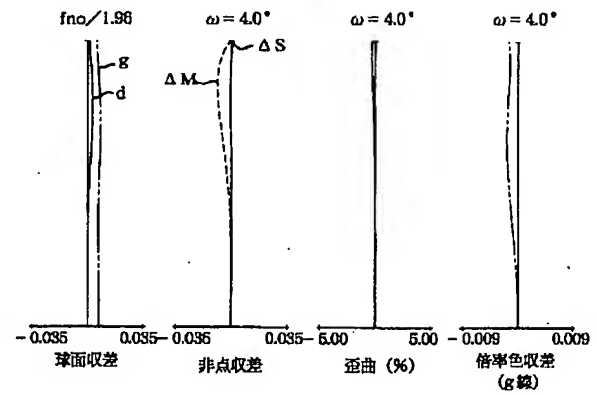
【図 13】



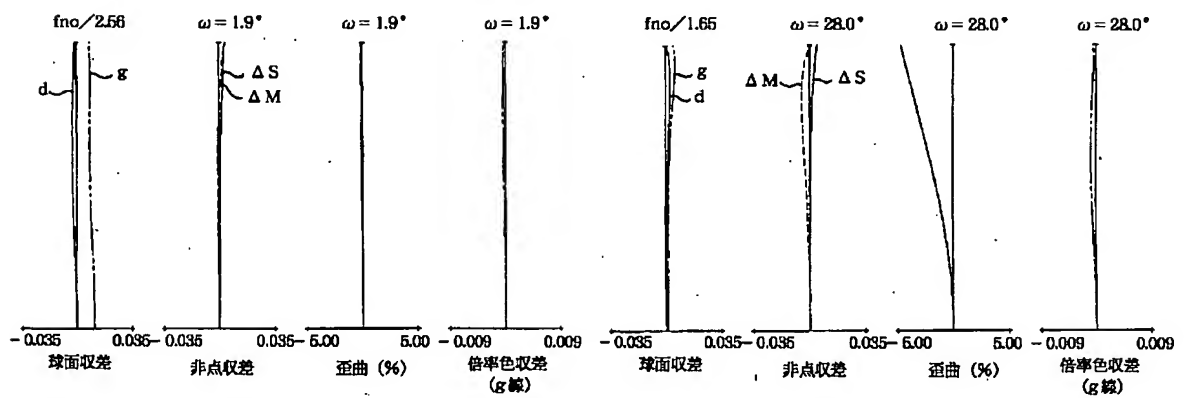
【図14】



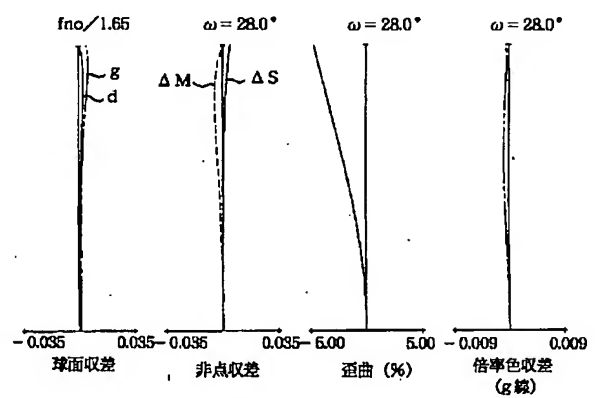
【図15】



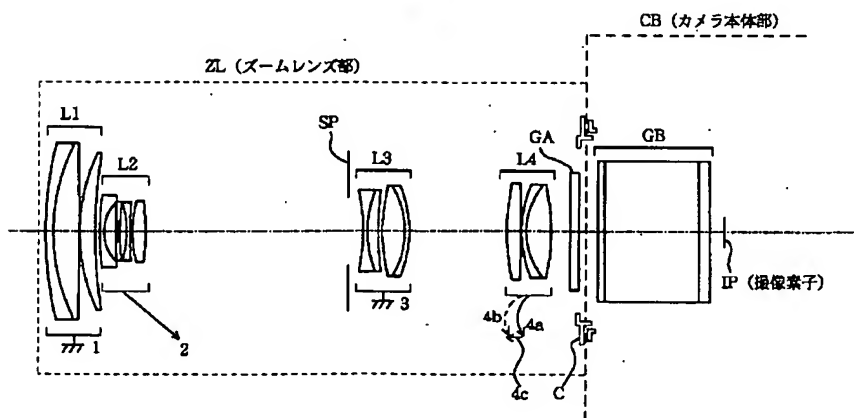
【図16】



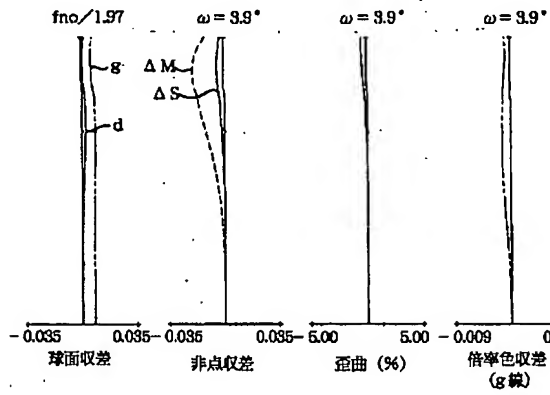
【図18】



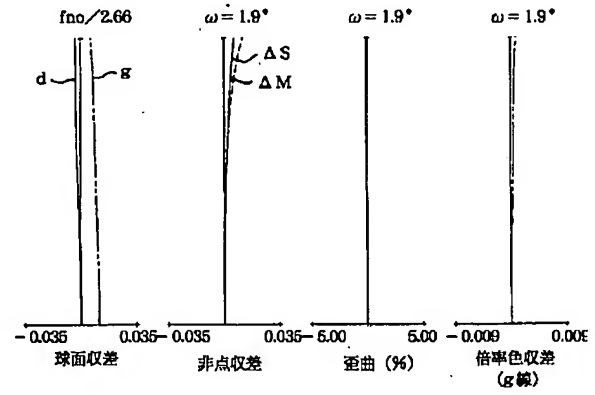
【図17】



【図19】



【図20】



【図21】

